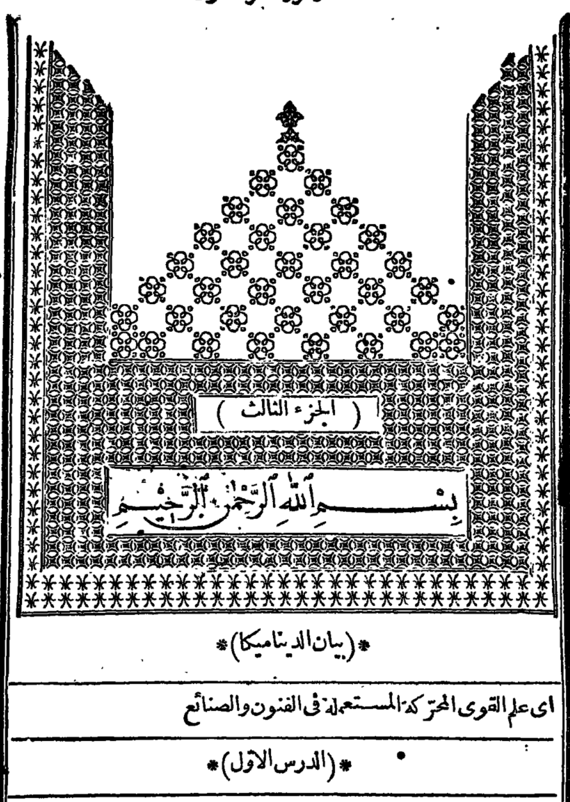


(بيان الديناميكا)

اى علم القوى المحركة المستعملة فى الفنون والصنائع

(الدرس الاول)

فى بيان القوى المستعملة فى الصناعة التى من جملتها القوة الانسانية وفى اتجاهات تلك القوة المكتسبة من حاسة البصر

اعلم أن الديناميكا علم يبحث فيه عن محصولات القوى المحركة وتطبيقها على الفنون والصنائع

والقوى المحركة المستعملة فى الصناعة نوعان * احدهما قوى الذوات المدركة اى الاجسام الحية وتسمى الحيوية * والثانى قوى الاجسام غير المدركة وتسمى

الجمادية

الجمادية ولنذكر الاولى أولا مبتدئين منها بالقوة الانسانية ثم نتبع ذلك بالقوى الجمادية التى منها قوة التثاقل وقوة الحرارة الموجودتان فى الجامدات والسائلات والغازات فنقول

(بيان القوة الانسانية)

هذه القوة لادخل لها فى الصنائع زمن الطفولية الا انها تنمو فى الانسان وتزداد بازدياد سنه حتى يبلغ حد الشبوبية وهكذا الى ان يصير كهلا ويتكامل عقله ثم تأخذ فى النقصان حتى يبلغ حد الهرم والشيخوخة ويصل الى ارذل العمر وهذا مالم يعرض له عارض اويحل به مرض يفضى به الى الموت قبل انتهاء قوته التى يمكنه استعمالها فى الصناعة

وكذلك العقل وقوة الادراك فانهما يزدادان فى الانسان حتى يبلغا منتهاهما ثم يأخذان فى النقصان شيأ فشيأ الى انقضاء اجله الطبيعى

والعقل يدرك العلوم والمعارف بواسطة الحواس الخمسة ويتقوى بملازمته تلك المعارف وممارستها حتى يصل الى تمييز نسب الاشياء وادراك ما بينها من الاختلاف والتفاوت وهذا هو العلم والمعرفة

وبواسطة الحافظة يرسخ فى الذهن ما يكتسبه من التصورات والبراهين والنتائج الا أن حافظة الحوادث اذا كانت فى زمن الصغر حادة سريعة الادراك تأخذ فى النقص قبل اوانه مالم يهتم بشغلها على حسب القوانين واما حافظة البراهين فانها تتقوى وتزداد بازدياد العمر والتمرن على الملاحظة والمقابلة والتفكر

ولذا كان الانسان فى حال صغره لا يحفظ الا ما يمر به من الاشياء الساذجية فتراه يحفظ ايام المواسم والمنتزهات والمناظر الغريبة ونحو ذلك حفظا جيدا وليس فى وسعه حفظ المقابلة الصعبة والبراهين الطويلة مع الدقة فمن ثم كان قصور عقل الانسان بقدر صغر سنه فكلما كان أصغر فى السن كان اقرب الى قصور العقل فاذا تقوى عقله واخذ فى الزيادة صار له قدرة على التفكر والنظر الدقيق والاستنباط

ومن هنا يمكن أن بعض الامم تمكث فى الجهالة عدة قرون ثم تصير فيما بعد ذات معارف وفنون فكأنها خرجت بذلك من حالة الطفولية والصغر الى حالة الرزانة والكبر

وكثير من الامم من هو على العكس من ذلك حيث تأخذ قواهم العقلية فى التناقص شيأ فشيأ حتى يتجردوا عن حلية المعارف وتنكسف من بينهم شموس المعرفة فمثلهم كمثل شيخ طعن فى السن وكلما تقدم فى العمر تأخر فى العقل فهم لا يسرون الا من الاشياء التافهة الجزئية التى تسر الصبيان ولا يحفظون الا احاديث طفوليتهم وحوادث صباهم حتى يصلوا بالتدريج الى درجة الحمق المغفلين

فعلى ذلك يكون اعظم ما يهتم به الانسان فى خدمة وطنه هو بذل جهده فيما يكون به منع هذا الانحطاط والاضمحلال الذى لم يزل موجودا عند بعض امم آسيا الى الآن وكذلك امة الرومان حيث حل بهم من ذلك ما اوجب الحزن والاسف عليهم

وحين كانت فرانسا فى زمن شبوبيتها وشدة عنفوانها مكثت زمنا طويلا وهى موصوفة بمثالب الطيش وعيوب الشبوبية ثم شرعت الآن فى السن الذى فيه يتكامل العقل ويتقوى الادراك اذ لاريب أن اهلها الآن بلغوا فى المعارف والتمدن درجة لم يحوزوها فى غير هذا العصر

وقد عاد هذا التقدم علينا بالحظ الاوفر فعلينا أن نجتهد على حسب ما تيسر لنا من الوسايط والطرق ونسعى بقدر الامكان فى تكميل اهل بلادنا بتوسيع دائرة المعارف على مدى الايام بين هؤلاء الناس الذين اقتضت الحكمة الالهية اجتماعهم وربطهم بروابط حب الوطن والعشيرة

واول قاعدة ينبنى عليها استكمال القوى العقلية ونجاح استعمال القوى الطبيعية اى الحسية هو استكمال الحواس اذ بها يعرف ما بين الكائنات من النسب والعلاقات

وكما أن الحواس الخمسة التى هى البصر والسمع واللمس والشم والذوق يهتدى

بها العقل فى اجراء عمليات الفنون كذلك الفنون ابدت مالا يحصى من المبتدعات التى بها تزداد قوة تلك الحواس وتنوعها وكمالها وذلك أن الفنون المستظرفة تلطفها وتوسع دائرتها والفنون العقلية تكسبها ضبطا ونباهة والفنون الميكانيكية تورثها السرعة والنشاط فى العمل.

فحينئذ جميع الفنون تمد الحواس وتعينها على اكتساب المعارف العالية بالتدريج وذلك من فوائد كمال التمدن بل هو الثمرة المترتبة عليه والغرض المقصود منه

ولنشرع الآن فى تفصيل ما اكتسبته الحواس من الفنون مبتدئين منه بما اكتسبته حاسة البصر فنقول

قد اخترعوا انظارتين بهما تصير الاشياء الدقيقة التى لا تكاد تحس بحاسة البصر بحيث ترى مع السهولة فبواسطتهما يبصر الانسان اشياء جديدة كانت تخفى عليه قبل ذلك و يقف على بعض دقائق فى تراكيب اعضاء الحيوانات والنباتات والمعادن كانت ايضا خفية عليه وقد وصل بواسطتهما فى الفنون المستظرفة كفن النقش مثلا الى ما لم يمكنه الوصول اليه بمجرد النظر وبلغ بهما فى الفنون العقلية درجة كمال حتى وقف على بعض دقائق الكائنات فاطلع فى تركيب الاعضاء الانسانية وتشعب الاوعية الدموية والنفاوية ونسيج الالياف العضلية والعصبية على ما كان لا يمكنه الوقوف عليه بدونهما واستعان بهما ايضا فى الفنون الميكانيكية على تحسين محصولات الصناعة واتقانها اذ بدون النظارة لا يمكن للساعاتية أن يصنعوا الكرونومتر اى قياس الزمن وتقسيمه الى ساعات ودقائق وثوان مع غاية الضبط على الميناء الصغيرة الحجم جدا وماذاك الا لضبط حركة الطارات المضرسة المتعشقة ببعضها على وجه عجيب بحيث يتيسر لها التحرك والدوران فى مثل هذه المسافة الصغيرة

واخترعوا ايضا آلات اخرى لتقريب الاشياء البعيدة وجعلها محسوسة بمعنى أن التأثير الحادث عن تلك الآلات فى النظر بواسطة الضوء يصيرها قابلا لان

يحدث عنه تصادم وانعكاس تتحول به حاسة البصر ويضطرب به النظر وذلك كالنظارة الفلكية والنظارة المعتادة اى الطويلة اذ بواسطتهما استكشفوا النجوم السيارة وذوات الذنب وغيرها من الكواكب التى كانوا لا يعرفونها قبل ظهور تلك الآلات وبواسطتهما ايضا اتسعت المسافات للناظر بحيث يبصر بهما على البعد ما لا يبصره بدونهما فيعرف ما يجتنب من ذلك وما لا يجتنب ولتلك الآلات عند البحرية منفعة عظيمة حيث يبصرون بها السواحل والصخور التى توجد فى البحر والسفن الاهلية والاجنبية وتستعمل هذه الآلات ايضا فى القوافل والجيوش لتمييز العدو من غيره ومن قبيل تلك الآلات ما يستعمله الناس فيما بينهم لتقريب الاشياء البعيدة ورؤيتها بجميع اجزائها وتفاصيلها وذلك كالنظارات التى يستعملونها فى الفرجة ونظر الاشياء المرغوبة فانها تقرب للناظر الذى باقصى محل من مكان اللعب ما يبدو على تقاطيع وجه اللاعب من حركات عضلاته واختلاف تشكلاته ولو كان ذلك فى غاية الصغر والدقة

ولا يخفى أن قوة حاسة البصر متفاوتة فى جميع الاشخاص بل وفى الشخص الواحد على حسب اطوار سنه فلذا جبرت الصناعة هذا الخلل باختراع آلات مخصوصة لذلك فبواسطة نوع من النظارات يقرب للبصر الذى لا يبصر الا من مسافة قصيرة ما بعد عنه من الاشياء التى لا يبصرها بدون الآلة الا بعسر ومشقة وبواسطة نوع آخر منها يبعد عن البصر الذى لا يبصر الا من مسافة طويلة ما قرب منه من الاشياء التى لا يبصرها الا على بعد

وبالجملة فيلزم لحفظ هذه الحاسة أن لا تصل اليها اشعة الضوء الا من مسام زجاج يضعف بلونه لمعان تلك الاشعة وقوتها وهذه اعظم منفعة عادت على البصر من اتساع دائرة الفنون والصنائع

وقد ترتب على اتساع دائرة الفنون ايضا مثل هذه المنفعة لحاسة السمع فان الانابيب والابواق السمعية هى للاذن بمنزلة النظارات للعين وللاذن ايضا مكرسكوب (اى آلات تعظم الصوت) فقد اخترع لاينيوى احد مهرة الاطباء منذ مدة يسيرة آلة من هذه الآلات واستعملها فنجح فى تطبيقها

* وكيفية استعمالها أنه وضع احد طرفى هذه الآلة التى هى عبارة عن موصل سمعى على صدر مصاب فى اعضائه الباطنية او على قلبه وجعل طرفها الآخر فى اذنه فسمع بواسطتها حركات كان لا يمكنه سماعها بدون تلك الآلة على هذا البعد

فبناء على ذلك اذا اراد الانسان أن يخاطب من كان معه فى منزل واحد لكنه فى جهة اخرى من المنزل على بعد منه استعمل لذلك وصلات معدنية تمتد من موضعه الى موضع من يريد خطابه بأن يتكلم فى احد طرفى الموصل بصوت منخفض بحيث يسمعه المخاطب من الطرف الآخر وبهذه الكيفية كان رؤساء العمارات الكبيرة تصدر عنهم الاوامر للعملة البعيدين عنهم ويجيبونهم بدون أن ينتقل احد منهم من موضعه وهذه الطريقة متيسرة لكل احد

وفائدة البوق أنه يورث حاسة السمع قوة كافية من مسافات بعيدة فمن ثم ترى ضباط البحرية يأمرون من دونهم بالاوامر ويجيبونهم عنها وهم على جوانب السفن الحربية مع ما يحصل من العساكر من الغاغاء والاضطراب وصفير العواصف وضرب الشراعات فى بعضها وعجيج البحر وخريره

و ينبغى أن يكون نفير الصيادين والعساكر الخفيفة مثل هذه الابواق فى توصيل المخاطبات على الوجه المذكور مع الغاغاء وكثافة الاجمات

ومن هذا القبيل المنابر والمدرجات المحكمة الصناعة فانها بالنسبة الى الخطباء والوعاظ فى المجامع الحافلة بمنزلة الآلات التى تستعمل فى توزيع الاصوات على السامعين بالسوية وبالنسبة الى السامعين بمنزلة الابواق الموصلة للاصوات

وكذلك ما كان يستعمله قدماء ارباب الالعاب من الوجوه المستعارة فكانت من قبيل الابواق حيث كان يسمعهم بواسطتها الحاضرون فى محل اللعب على حد سواء

ولننتقل الى الكلام على حاسة اللمس فنقول انه يمكن تلطيف هذه الحاسة بعدة وسايط بأن نضع على بعض اجزاء البدن القابلة للاحساس الظاهرى عدة مواد مؤثرة كثيرة او قليلة وذلك كالملابس فان من شأنها تقليل شدة التأثير الواقع على

البدن من الاجسام الخارجية ومن شأنها ايضا انها تجعل ما تحتها من اجزاء البدن اكثر احساسا من غيره وذلك ناشئ عن نعومة البشرة التي تحدث فيها عند وقايتها من مصادمة الاجسام الخارجية

ومن الوسائط المذكورة ايضا الحمامات وغيرها من سائر مواد التنظيف اذ بها تزداد قوة الاحساس وتدرك باللمس ادنى تأثير

واما تعريض بعض الاعضاء للهوآء فيضعف احساسها و يقلل شعورها بالتأثيرات

وقد ذكر المعلم موتنيو في هذا المعنى عبارة مضحكة استنبط منها بفطنته وجودة قريحته نتائج صحيحة وهي انه مرّ ذات يوم في فصل الشتاء على القنطرة الجديدة فرأى شابا عريانا لا يبالي بشدة البرد ولا يتأثر منه فقال له كيف يمكنك ايها الغلام أن تتحمل شدة البرد وتكابد مشاقه وانت عريان فأجابه الغلام واحسن الجواب قائلا وانت ياسيدي كيف تمشي في هذا الزمن الشديد البرد وانت كاشف انفك وشفتيك وخديك وعينيك فقال موتنيو لست اكشف سوى وجهي فأجابه الغلام ثانيا انا كلي وجه حيث صرت بالاعتياد لا اتأثر من برد ولا حرّ

واما حاسة الشم فيمكن بالصناعة زيادة قوتها ونقصها بأن يستر الانسان وجهه اما بنقاب خفيف او كثيف ويضع تحت طاقتي انفه قرنا يجذب اليه عدة مشمومات يوصلها الى داخله فعلى ذلك اذا كان الانسان في ارض بها امراض معدية وتنقب بنقاب امن من العدوى فان ذلك ان لم يمنع بالكلية تأثر حاستي الشم والذوق من تلك الامراض نقص تأثيرها وقلله

وكذلك حاسة الذوق فانه يمكن زيادة قوتها ونقصها بوسائط اصطناعية فيجب على الانسان أن يلاحظ في صورة ما اذا أراد أن يحكم في الفنون على بعض مواد اولية او على شئ من محصولات الصناعة بما تقتضيه حاسة ذوقه أن تلك الحاسة ليست على حال واحد في جميع الاوقات بل تارة تكون في غاية الضعف واخرى في غاية القوة والصحة

ثم ان

ثم ان موضوع علم الطبيعة هو البحث عن تركيب الحواس والآلات التى تلطف
ما يصل اليها من تأثير الاجسام الخارجية وذلك كالاوبتيك (اى علم البصر)
وهو فرع من هذا العلم يخص حاسة البصر والاكوستيك (اى علم السمع)
وهو ايضا فرع من ذلك العلم يخص حاسة السمع ولم يتعرض اهل هذا الفن الى
وضع اسماء مخصوصة للاجزاء الاخرى التى تخص الحواس الثلاثة الباقية من
فروع هذا العلم لانها كانت مجهولة لهم وقتئذ ويكفى ماذكرناه فى هذا المعنى
من الطرق الاصلية الصالحة لتلطيف الحواس وتقويتها اجمالا فمن اراد معرفتها
تفصيلا فعليه بكتب علم الطبيعة فان هذا العلم قد بسط الكلام على هذه الاشياء
مع غاية الاطناب والتفصيل لانها من موضوعه ومباحثه

وقد اظهرت لنا العلوم الطرق الخاصة الصالحة لتوسيع دائرة الحواس والتى
نتوصل بها الى الوقوف على حقيقة جملة من الاجسام لكن بدون أن نعرف
ما بينها من النسب لان ذلك يتوقف على معرفة الاقيسة واستعمالها

فاذن نبحث من بين القوى الحسية على قوة يصح أن نطلق عليها القوة الرياضية
حيث بها تعرف اقيسة الاشياء ونسبها

واذا تتبعنا ما للحواس من التقدم والنمو الطبيعى من الصغر الى الكبر وجدنا
للاقيسة مدخلية عظيمة فى تكميل تصوراتنا وضبط احكامنا

فانك اذا قابلت معلوما بمجهول توصلت بذلك الى معرفة المجهول فاذن كل
مقابلة تستلزم قياسا وهذا القياس غير محدود بمعنى أنه فى الغالب لا يصدق
الا فى صور مخصوصة وذلك منشأ لكثير من الخطا

ويكفى فى الوقوف على هذا الخطأ معرفة مثال من الامثلة التى ذكرناها فى حاسة
البصر واسهل الاقيسة هو قياس شيئين متساويين لانه يعرف بالبداهة
طبعا وتسهل ايضا معرفة القياس فى ابعاد الامتداد فى صورة ما اذا كان
القياس بتطبيق احد المتماثلين على الآخر وهو المستعمل عند ارادة مجانبة
الخطأ

فاذا اردت أن تعرف طول مسطرة مثلا هل هو مساو لطول المتر مساواة صحيحة

مضبوطة اولا فضع المتر على تلك المسطرة فاذا وقع طرفا المتر على طرفى المسطرة بدون زيادة ولا نقص عرفت انهما متساويان طولا وهذه الطريقة هى المتعينة فى الفنون المطلوب فيها تمام الضبط فى العمل ويشق على النظر أن يعرف المساواة بين شيئين فى الطول والعرض والعمق بمجرد المقابلة بدون وضع احدهما على الآخر لان هذا يستلزم مدة طويلة للتدريب والتمرن حتى يصير للعقل استعداد وصلاحية لمثل ذلك لكن الامر بخلافه فاننا قد وصلنا الى ادراك هذا الامر فى اقرب وقت اما ترى الاطفال اذا خيروا مثلا بين تمرتين او كعكتين من نوع واحد يبادرون الى اخذ الاكبر منهما حجما بمجرد النظر واختيارهم للاكبر دون الاصغر انما هو بالتمييز الواصل الى قواهم العقلية بواسطة تأثير قواهم الحسية واما اذا اقتضى الحال أن الانسان يحكم دفعة واحدة بالمساواة بين جملة ابعاد بمجرد النظر فلا بد فى ذلك من أن يكون عقله قد تمرن بكثرة التجاريب وسبق له الحكم فى صور شتى مختلفة وأن تكون حواسه قد تعودت ايضا على معرفة جملة عظيمة من الابعاد ووصلتها الى ذهنه دفعة واحدة

وهذا التقدم قد يحصل للانسان من مبدأ صغره الا انه يتأخر قليلا عن التقدم السابق فان الاطفال يعرفون حق المعرفة ما بين الشيئين من المشابهة او عدمها فيحكمون بذلك بين صورتين من الصور البشرية مثلا ويميزون ما بينهما من التفاوت والاختلاف اتم التمييز بل ويعينون هذا التفاوت الذى هو عبارة عن العيوب كقولهم هذا قبيح المنظر او غير معتدل القامة او دميم الصورة او نحو ذلك

وفن الرسم الذى هو من جملة الفنون المهمة التى لها دخل فى تربية الاطفال وتعليمهم عند من يريد ادارة المحال العظيمة للفنون والمعارف يحصل اكتسابه من تساوى اليد وانتظام اجزائها وكذلك من تعويد النظر على قياس الابعاد وعلى معرفة ما بين الصورة المرسومة والاصلية من النسب

وللتلامذة فى هذا الفن تقدم عظيم فانهم حين ابتدائهم فى تعلمه يرسمون صور الاشياء رسما لا يقارب الصور الاصلية ومع ذلك متى كان بين الصورتين ادنى

مشابهة يظن التلميذ الذى لم يتعوّد نظره على قياس الابعاد أن ما رسمه على تطبيق اصله ولكن متى تعوّد على هذا الفن بأن تمرّنت يده على الرسم وبصره على القياس ورأى أن رسمه صار مقاربا للاصل كثيرا وجد بين رسمه الاول واصله تفاوتا بينا لم يكن يخطر بباله حين كان مبتدئا فى التعلم ولم يتعوّد نظره على القياس و بمعرفة التفاوت المذكور على هذا الوجه الذى كان فوق طاقته اوّلا يتيقن أن حواسه صارت الآن آلات جيدة للقياس وحسن حالها عن الاوّل فيلحقه من تقدمه فى هذا الفن و بلوغه فيه الى هذه الدرجة مسرّة عظيمة وتزداد غيرته ورغبته فى التعلم

واذا كان الطالب لا يمكنه معرفة ما بين الاشياء من المناسبات بدون موقف وجب على المعلم أن يعينه على معرفتها و يبين له انه بوصوله الى هذه الدرجة فى التعلم يبلغ فى التقدم الدرجة التى يؤملها وهذه اعظم طريقة فى حث الصبيان على الغيرة والاجتهاد

وهنالك معلمون لا يسلكون فى تعليمهم مثل هذه الطريقة لسخافة عقولهم فتراهم يظهرون التأسف على عدم تحصيل الطالب ولا يستحسنون شيأ من رسمه الاول بل يذمونه و يقدحون فيه فتنفتر بذلك همة الطلبة بعد الاجتهاد وتزول منهم الغيرة والنشاط فعلى المعلم أن يسلك فى تعليمه غير هذه الطريق ولا يلوم تلامذته على رسمهم الاول فان تلك الاشغال الاوّلية عندهم لا تمدح ولا تذم وانما هى فى اعتقادهم اسباب ووسايط بها تمرّنت ابصارهم واعتدلت ايديهم فى فن الرسم بالنسبة لزمن دخولهم فى محل التعليم

وبالجملة فاعظم الطرق فى ترغيب الطلبة وحثهم على الاجتهاد والمواظبة على التعلم بدون سآمة ولا فتور همة هو أن المعلم متى رأى من تلامذته ادنى تقدم يبين لهم مع الاعتناء والاهتمام جميع ما اكتسبوه من المعارف وانهم بالتدريج يصلون فى التقدم الى درجة اعظم من ذلك

و بجميع ما قلناه فى فن الرسم يقال فى غيره من الفنون والمعارف التى الغرض منها تكميل اوصافنا الحسية التى بكمالها تكمل اوصافنا العقلية و يقال ايضا فى المعارف

المستصعبة النادرة التى يتوصل بها الطلبة الى تعلم جميع فروع الصناعة وهنا امر يترتب عليه ضرر كبير بالنظر لذاته الا انه لم تعم به البلوى وهو أن حاسة البصر فى بعض الناس حين ابتدائهم فى تعلم الرسم قد تفوق اليد تمرنا واعتيادا فعلى ذلك تصل عقولهم الى ادراك الابعاد والصور والدوائر على ما ينبغى ثم ترشد الايدى اليها ومع ذلك لا تأتى بها اليد الا ناقصة

ور بما ترتب على ذلك أن حاسة البصر تتأثر وتتألم من اختلال الرسم الصادر من صاحبها وعدم توقيعه على الوجه المرغوب وهذا الاختلال يعرف بمعرفة سببه وهو أن الانسان ما دام نظره اكمل من يده فى التمرن عسر عليه معرفة فن الرسم كما ينبغى فان هذا الفن كابدت فيه من المشاق اكثر مما عاد به على من المسرة وانشراح الصدر

وقد يكون لحاسة البصر فى بعض الاشياء درجة تقدم وكمال اعظم من ذلك وهى وقوفها على حقيقة ابعاد الاجسام المتباعدة عن بعضها بأن تقيسها بواسطة العقل فقط

وبذلك يصير الانسان فى اقرب وقت له قدرة على رسم رأس مثلا موضوع أمامه رسما مطابقا للصورة الاصلية واما اذا اراد رسم رأس لم يبصره الا مرة واحدة بدون أن يضعه أمامه حين الرسم فان لذلك طرقا واحوالا مخصوصة لا بد منها لاصحاب هذا الفن ولو بلغوا فيه درجة الكمال وهذا الفن وان كان بهذه المثابة الا انه كغيره من الفنون والمعارف يمكن تحصيله ومعرفته فان الانسان اذا رسم هذه الصورة عدة مرات متوالية وهى موضوعة أمامه فان خطوطها وتقاطيعها ترسخ فى ذهنه بحيث يمكنه أن يأتى بتلك الخطوط والتقاطيع فى مرة اخرى لا تكون فيها الصورة موضوعة أمامه وبالجملة فمتى تعود الماهر فى هذا الفن على رسم الاشياء بمقتضى صورها الذهنية يؤول الامر الى سهولة ذلك عليه ويتدرب على مثل هذا العمل بدون أن يضع أمامه نموذجا يرسم بمقتضاه

ومثل هذه الصور يوجد كثيرا فى جميع الازمان وسائر الاماكن وذلك كصور الملوك المرسومة فى المحال العمومية لاجل احترام الاهالى وكذلك على جميع

النقود الخاصة بملة من الملل لاجل تميزها عن غيرها من نقود ملة اخرى ومن هذا القبيل ايضا ما يوجد في الاماكن المعدة للاحتفال واجتماع عموم الناس من التماثيل التامة والناقصة فهذه الصور عادة راسخة في جميع الاذهان حتى ان اغلب الرسامين يمكنهم رسمها بدون أن ينظروا الصورة الاصلية لانها مرسومة في اذهانهم رسما جيدا

وقد يتفق أن بعض الرسامين يرسم صورة ابيه او اخيه او صديقه بعد وفاته مع غاية الضبط وذلك ناشئ عما رسخ في ذهنه من تقاطيع صورة الشخص الذى تمتع بالنظر اليه غير مرة

وقد لا يمكن للرسام أن يرسم الصورة على اصلها رسما مضبوطا كما اذا اراد أن يرسم صورة لص مثلا كان قد هجم عليه عدة مرات فانه يرسمه بصورة مهولة جدا املا حظا في رسمه انه لص يمكنه قتل من صادفه وذلك لما اودعه في ذهنه من شدة التأثير والخوف المستمر

وبالجملة فالتمرن والممارسة تبلغ بهما القوى العقلية اقصى درجة في الكمال بحيث يمكن استعمال الحواس فيما اعدت له فبناء على ذلك ينبغي للانسان اولا أن يعرف المساواة بين شيئين بوضع احدهما على الآخر ثم يحكم بالمساواة بينهما مفترقين بدون وضع لاحدهما على الآخر ولا يصل الى هذا الحكم الا بعد تحققه من حجمهما وصورتهما ۞ وللاقيسة في هذا المعنى مدخلية عظيمة ومنفعة جسيمة

فاذا قسنا عدة مرات جملة من الاجسام المختلفة الابعاد فان حجمها المعبر عنه بالقياس يرسخ في اذهاننا بمعنى انها تكون مستحضرة في الاذهان بعد مشاهدتها في خارج العيان

مثلا اذا رأى الانسان عمارة وعرف بمجرد النظر اليها طولها وارتفاعها وامتداد جميع اجزائها فان ذلك ليس ناشئا عن مطلق النظر ومجرد الرؤية بل منشأه تصورها واستحضار صورتها على وجه هندسي بحيث يمكنه رسمها فيما بعد بدون أن يراها

وفى الغالب أن ارباب الاسفار التى الغرض منها معرفة آثار الامم ومبانيهم ومحصولاتهم الصناعية محتاجون لان يمرّنوا حواسهم وعقولهم على القياس بالوجه السابق فقد اتفق لى أنى مررت بعمارات اربيطانيا الكبرى الجهادية والبحرية وكنت غير ماذون بقياسها ولا بقياس الآلات الموجودة فى ترسانات تلك المملكة فاضطررت الى قياس هذه الاشياء بالنظر وحفظ ابعادها وصورها فى العقل فعبرت بالاعداد عن اشكال المبانى والتراكيب الميكانيكية التى اذن لى برؤيتها ثم رسمت على الورق جميع ماقسته بنظرى وحفظته فى ذهنى فعلى الطالب أن يجتهد فى هذا العمل العقلى فان من جدّ وجد وبقدر الاجتهاد يصل المرء الى ما اراد وتظهر له ثمرة ذلك اذا اطلع على عمارات عظيمة ولم يمكنه قياسها بالنظر اما لكونه لم يؤذن له باخذ قياسها بالآلات اولكونه لم يجد لذلك فسحة من الزمن

وبالجملة فحاسة البصر لها اعمال اخرى عظيمة النفع بقدر ماتستعمل فيه من الوظائف ولنقتصر من ذلك على فن الحرب فنقول

انى الى الآن لم اتكلم الا على حجم الاجسام وصورتها ولم اتعرض للكلام على المسافة التى بينها وبين الناظر مع أن معرفة ذلك من اهم الامور وآكدها اذ بمعرفتها تعرف بعض العمليات العظيمة الصادرة من الحواس التى هى بمنزلة آلات القياس فان المسافة التى بين الناظر والجسم المنظور اذا كانت قريبة كان حجم ذلك الجسم كبيرا فى رأى العين واذا كانت بعيدة كان حجمه صغيرا فعلى ذلك يجب علينا أن نعرف حق المعرفة القياس الذى تدركه الحواس من منظر ظاهر الجسم المحسوس وبالتجربة المكتسبة من هذه المعرفة نجانب الخطأ فى كثير من الاحوال

ومن المعلوم أن الاجسام كجسم الثور او الفرس او الانسان لا يتغير حجمها ولا ينقص مقدارها ببعدها عن الناظر بل هى ذات حجم واحد سواء كانت المسافة التى تفصلها عن الناظر صغيرة او كبيرة

واعظم من ذلك كله التعوّد على قياس حجم جسمين مختلفين فى البعد عن الناظر

فاذا

فاذا تعودت حاسة البصر من انسان على مثل هذا النوع من القياس عرف حق المعرفة الاكبر منهما حجما ولو كان ابعد الجسمين مسافة اى انه يظهر في رأى العين اصغر صورة من الآخر

فعلى ذلك اذا رأينا سراية متسعة من خلال لوح من الزجاج لم يصح أن نقول أن هذه السراية اصغر من لوح الزجاج المحيط بصورة تلك العمارة وانما نحكم بأن المربعات الصغيرة التي نراها بتصرف التناسبات السراية البعيدة منا ينبغي أن تكون متساوية الابعاد بالنسبة الى هذا اللوح القريب منا الذي بواسطته تكون صورة تلك العمارة كبيرة في رأى العين وعلى فرض أن الحواس تخطئ في هذه الحالة فالعقل بواسطة النتائج القوية يقف على الحقيقة وان كانت بمقتضى الظاهر خفية مجهولة ففي مثل هذه الصورة ينوب العقل عن الحواس في قياس حجم الاشياء وصورها

وللرسامين في رسم العمارات على غير النسب العادية طريقة سهلة بديعة يعرف بها حجم العمارة المطلوب رسمها وهي انهم يرسمون جسما معلوم الابعاد كجسم رجل مثلا ويجعلون ذلك وحدة قياس فبمقابلة نسبة حجم هذا الجسم بحجم العمارة يعرفون قياس العمارة

وفي مملكة ايطاليا مدن بها تياترات عظيمة معدة لجميع انواع الالعاب كالالعاب المنظومة والرقص ونحو ذلك فيحققها بين ارباب اللعب من الشبان وحجم محل اللعب وما به من الزخارف والزينة نسبة تامة وكذلك الزخارف التي بها متناسبة على حسب درجات المنظر الخطى والمنظر الشعاعي حتى ان الانسان اذا دخل ملعبا من تلك الملاعب يرى بمجرد النظر انه داخل في ملعب صغير ويرى بمجرد رفع الستارة المزخرفة أن اللاعبين شبان صغار ولكن اذا دخل الى ما وراء الستارة تعجب من كون هؤلاء الشبان يظهرون بمظهر الملوك والامراء على صورة القداوية كما يظهرون بمظهر اغاممنون واشيل وهرقول وغيرهم مع انهم دون الذراع في الطول وهذا من فوائد علم النظر الذي به تكبر صور الاجسام عن حجمها الحقيقي

وفى مملكة ايطاليا ايضا فائدة اخرى تتعلق بالاجسام التى تكون صورتها فى رأى العين أصغر من حجمها الحقيقى على عكس ما تقدم وذلك أنه يوجد فى كنيسة مارى بطرس المتسعة التى بمدينة رومة تماثيل وصور مزخرفة مرسومة على قياس اكبر من قياسها الحقيقى ومناسبة لابعاد البواكى والابغال والاعمدة فاذا فرضنا فى مبدأ الامر أن الصور البشرية كلها لها مقدار طبيعى لا تتجاوزه فبموجب هذا الفرض الفاسد يكون للعمارة المطلوب قياسها ابعاد عادية على قدر الكفاية ولكن اذا مر بهذه العمارة رجل اوامرأة ظهر للناظر أن ما رآه كبير فى الجم وباتحاد النسب يصير للعمارة منظر كبير حقه أن يكون ناشئا عن الانتظام فى الجم وقد اتفق لى مثل هذه الرؤية حين طفت بعمارة كبيرة الجم متضاعفة المقدار لا يمكن تخطيطها واراد وصفها على الحقيقة

واذا ارايناشبحا من بعد ولم نعرف لصورته حدا ثم قرب منا اوقيل لنا انه انسان فاتنا فى الحال نميز رأسه وجسمه ورجليه وذراعيه وغير ذلك مما كان خفيا علينا لانه فى مثل هذه الصورة ينوب العقل عن الحواس فيكمل الصورة التى لم تدركها حاسة البصر على حقيقتها

وكذلك اذا ابصر الانسان خطا مكتوبا على حائط من مسافة بعيدة ولم يقف له على حقيقته وقرأه انسان آخر قريب منه فانه بمجرد سماعه يعرف كلمات هذا الخط وحروفه بعد أن كانت مبهمة عليه قبل القراءة ولم تكن فى رأى عينه الا مجرد صورة غير متميزة

واذا كان الجسم يقرب و يبعد عن الناظر وليس ملازما لحالة واحدة بمعنى أنه لا ظل له ولا لون فانه لا يقف له على حقيقة فلا يدرى هل هو باق على مسافته من البعد اوتغيرت وهل هو يكبر اويصغر وهذا ناشئ عن الخطا الذى يعرض للحواس ليلا و بضعف قوة الادراك عن معرفة تغيرات مواضع الاجسام نصير فى كل وقت عرضة لاخطار نخشى منها على انفسنا ولا يمكن للعقل منعها عنا بطريقة من الطرق ومن هنا ينشأ الخوف والفزع من الظلمة لاسيما عند الصبيان والنساء والجهلة اى ضعاف العقل من الناس ويتولد منه ايضا الخوف من

الحيوانات

الحيوانات المفترسة ونحوها مما يتخيله الانسان من الاشياء المخوفة التي يتوهم انها تقفو اثره ليلا وهذا انما يكون عند جهلة الناس الباقين على اصل الفطرة بخلاف الملل المتمدنة صاحبة المعارف فان مثل هذا الخوف عندها انما يكون في الاطفال والحواضن

ولا جل اعانة حاسة البصر وجبر ما نقص من قوتها بحث الناس الملازمون للظلام عما يقفون به على حقيقة الاصوات التي تصل اليهم من الاجسام الغير المرئية لهم هل هي تزيد او تنقص فاستعملوا لذلك آلة سمعية يعرفون بها الاصوات مع التعب والمشقة الا أن عقولهم لما داخلها من الفزع والرعب لا تبقي ما تدركه حواسهم على حقيقته فان الخائف يتخيل أنه يسمع اصواتا لا وجود لها وكذلك يتوهم أن الآفات محدقة به من كل جانب فيزداد بذلك فزعه ورعبه

ومن هذا القبيل من ارتكب جناية فانه يشتد خوفه من الظلمة ويرى دائما أن المجني عليه أمامه وكلما سمع صوتا توهم أنه صوت القتيل ومثل ذلك يؤثر في حواسه ويزيده رعبا وتتوارد عليه تخيلات كثيرة ولكن متى اصبح الصباح رأى جميع ما حوله من الاشياء التي كان يتخيلها ليلا على صور مهولة غير معهودة له باقيا على حقيقته الاصلية فيسكن روعه وتطمئن نفسه شيأ فشيأ حتى لا يبقى عنده من تأثير ذنب الجناية الا مجرد التأسف والندم الذي هو دائما عقاب للقلوب التي لم تراع حرمة الفضيلة بل نسيت شعار الامانة فهذه هي نتائج خطاء الحواس الطارئ عليها من بعد مسافة الاجسام ومنظر الاشياء

وايضا اذا ظهر ضوء النهار عرفنا الاجسام وميزناها على حقيقتها وادركنا فيها بمجرد رؤية حجمها الظاهري عدة اجزاء منها ادراكا ثانويا فاذا رأيت الوانها قد اخذت في الضعف والتناقص وظلها في الخفاء وعدم الظهور وتناقصت ابعاد صورتها فلا تقل ان ذلك نقص في الاجسام المرئية وتغير في صورها الحقيقية وانما هو ناشئ عن ازدياد المسافة التي بينك وبينها مع بقاء الاجسام على حقائقها

وبالجملة فعلم المنظورات قد يوقع حاسة البصر فى الخطأ بمعنى أن الاجسام تظهر به فى رأى العين على وجه بحيث ينشأ عن رؤية حجمها ولونها وتكاثف ظلها للناظر تأثير به يظن انها على مسافات غير مسافات صورتها الحقيقية
وصناعة زخرفة الملاعب التى بلغت فى عصرنا هذا مبلغا عظيما متوقفة على معرفة تناقص المسافات والالوان والظلال فان تلك المعرفة من جملة المعارف التى لابد منها فى صناعة التصوير ورسم المنظورات ونقش الاجسام الصغيرة قليلة الظهور
وهناك معرفة اخرى اهم مما تقدم فى عدة صور وهى ادراك حجم الاجسام الحقيقى ومسافاتها والحكم عليها بمجرد النظر بدون خطا فى النظر ولا فى المنظور فمن صور ذلك أن الانسان اذا كان مسافرا فى البحر وتبعه العدو فانه يعرف بعده عنه وحجمه وقوته وملته حق المعرفة ولو كان منه على بعد عظيم واما من لم يعود نظره على هذا النوع من القياس فانه اذا رأى فى الافق نقطة سحابية ظن انها العدو ولم يقف لها على حقيقة
وكذلك الحروب البرية يلزم فيها تعويد النظر على هذا النوع من القياس فينبغى للانسان فيها أن يقف على مسافة مناسبة بالنظر لانواع الاسلحة التى تستعمل فى تلك الحروب لتكون للرمى بها فائدة عظيمة ويجب على الضابط المنوط بضرب النار أن يعرف هذه المسافة حق المعرفة ويحكم عليها ويقيسها مع الضبط بنظره وقوة عقله لا بيده فيرمى العدو فى الوقت المناسب للرمى ومثل تلك المسافة يسهل قياسها بالاسلحة القريبة المرمى كالطبنجة والبندقة ونحوهما بخلاف البعيدة المرمى على اختلاف انواعها كالاهوان الكبيرة والصغيرة والمدافع المختلفة فى الطول وفى الحشوة (المعروفة بالفشنك) فانه يعسر القياس بها فيجب على ضباط الطوبجية وضباط الجيوش الخفيفة أن يعرفوا قياس المسافات سواء كانت صغيرة او كبيرة معرفة جيدة حتى يمكنهم فى وقت المعركة وشدة الالتحام اخذ المواضع المناسبة وضرب النيران وابطالها عند الاقتضاء مع الضبط والسرعة

والوسيلة الى هذه المعرفة النفيسة هي المداومة على قياس المسافات المتنوعة في السهل والجبل

ويجب على رؤساء الورش الكبيرة والكرخانات الصغيرة أن يعوّدوا نظرهم على قياس حجم الاجسام وصورتها بمجرّد النظر قياسا صحيحا حتى لا يحتاجوا الى الطريقة البطيئة باستعمال المسطرة والبرجل في القياس فانهم متى تعوّدوا على القياس بالنظر عرفوا المصنوعات صنايعهم وشغل الشغالة هل وفى بما يلزم عمله ام لا والا فلا اقل من كونهم يعرفون هل تلك المحصولات تناسب من صنعت لاجلهم ام لا

وبالجملة فمن جملة نتائج التمدّن وفوائده عند كل امة من الامم استكمال حاسة البصر وغيرها من الحواس بالتربية والتعوّد

ومما يدل على ذلك اننا اذا ارسلنا الى امة من الامم المتبربرة اقبح ما يوجد عندنا من الصور فانها تعدّ تلك الصورة من اعظم الصور الظريفة على حسب ذوقهم وعدم تقدّمهم في الفنون وهذا نوع عظيم من الحيارة عند صغار الصنايعية الذين لم يتقدموا في صناعة النقش والتصوير ومثل هذا التفاوت ناشئ عن تعويد النظر على الاشياء وممارستها بحيث ان ادنى شخص من الامم المتمدّنة بتعويد نظره على حسب حاله يدرك ببصره ما لا يدركه المتبربر الخشنى

وبالجملة فكل امة تقدّمت في التمدّن فانها تعرف اشغال اسلافها وتحكم عليها فهي كالمبتدى في تعلم فن الرسم فانه متى تقدّم في ذلك الفن عرف رسمه الاولى وحكم عليه بعدم الصحة

فلو صادفنا احد المصوّرين بباريس الذين يطوفون في الاعياد والمواسم وايام البطالة بسراية لوورة ولوكسنبورغ ولم يكن من المتقدّمين في هذا الفن وسألناه هل ما وجدته في تلك المحال من تماثيل ابولون وهرقول وديانة اشدّ شبها بالصور البشرية الطبيعية من تماثيلها التي على ابواب كنيسة سنت جرمان ام الامر بالعكس لاجاب فورا بانه قد دهش وتعجب غاية العجب من التماثيل الاولى وأنه اذا قابلها ببعضها ظهرت له التماثيل الثانية مجرّد احجار

خشنية غير منتظمة الصناعة مع انها كانت عند القدماء من اعظم الملح واظرفها
حتى ان ملوك ذلك العصر ورعاياهم كانوا يتعجبون غاية العجب من مصوريها
كيف امكنهم أن يأتوا بما يشبه الصور الطبيعية فهذا التفاوت انما نشأ
من تقدم حاسة البصر فى بلاد فرانسا من عصر التوحش والخشونة الى
عصرنا هذا

واذا ارسلت الدولة الفرنساوية الى بلاد ايطاليا جماعة من صغار المصورين
والنقاشين والبنائين فليس الغرض من ارسالهم الى تلك البلاد مجرد اخذ صورة
بعض المبانى والقصور والتماثيل بل الغرض من ذلك ايضا هو انهم يعودون
ابصارهم برؤية ما ظهر على وجه الارض من الفنون المستظرفة فى هذه المملكة
قديما وحديثا حتى تتمكن حواسهم من تلك الصور وترسخ فى عقولهم بحيث اذا
رجعوا الى بلادهم يمكنهم نشرها واظهارها بين ابناء وطنهم

فقد عرفت أن كل امة يمكنها استكمال حاسة البصر بالممارسة والاجتهاد
فمن ثم كان المصورون والاهالى يتنافسون فى تحصيل المعارف
والفنون

فاذا صدق المصورون ولو مرة واحدة كانوا بذلك قدوة للاهالى وذلك بما اوقفوهم
على نموذجات صحيحة كاملة لا يمكن لمهرة علمائهم ادراكها والوقوف على
حقيقتها وكل من هذه النموذجات يزيد حاسة البصر ويمدها بالقوة والكمال عند
الناظرين فلذا كان كلما تكاملت الفنون تقوى رغبة الاهالى ويزيد اجتهاد
المصورين حتى يحوزوا فضيلة التقدم على الاهالى قهرا عنهم

وهذا التقدم المشترك فى المعارف بين الاهالى والمصورين لم يثمر ثمرة عظيمة الا
عند امة اليونان فى الاعصار السالفة وعند الايطاليين فى اواخر القرون الوسطى
وها هو الآن شارع فى النمو والزيادة عند الفرنساوية فيجب على كل من المصورين
والعلماء الماهرين أن يبذلوا جهدهم فى اعانة هذا التقدم بالمواظبة والاجتهاد
وقد تصدى لذلك بعضهم ونجح فيه نجاحا يرجى نفعه

والذى اكسب الفرنساوية الميل الى الفنون المستظرفة هو احد المصورين

بمفرده وذلك أن ما ابداه هذا المصور من محاسن صناعته انساهم ما كانوا يتعجبون منه من تصاوير القدماء الحشنية وقد تخرج عليه جيرارد وجيروديت وغيروس وغيرين وغيرهم من تلك الطائفة المتأخرة فليس منهم احد الا واستفاد من دروسه وامثاله وكان هذا المعلم الصعب اذا اطلع على اشغال تلامذته في هذا الفن يظهر ما فيها من الخطأ ولو كانت في اعين الاهالي من اعظم الملح واظرفها بدون أن يراعي في ذلك خواطرهم او يخشى بأس احد منهم وبمثل هذه الطريقة يمكن للرسام الماهر أن يبلغ التلامذة على يديه اقصى الدرجات في هذا الفن وبواسطتهم يصل سائر الاهالي في ذلك الى مثل هذه الدرجة

وقد حصل لفن البناء ما حصل لفن الرسم من التقدم واتساع الدائرة وحسبك دليلا على ذلك مقابلة ما حدث في سائر الجهات من البيوت الساذجية الحسنة المنظر بمباني القرن المتاخر وما قبله ففي ذلك ما يقضي بتقدم هذا الفن وبلوغه في الحسن درجة لم تكن له قبل ذلك وكذا عمارات اسواق سنت جرمان ومباني مو بيرت فانها الطرافة شكلها وحسن تناسبها اشبه شيء بعمارات اليونان القديمة ومما يدل على ذلك ايضا ما تجدد في شوارع مدينتي كاستجليوم وريوولي من العمارات ذات الابواب الشامخة فانها جديرة بأن تنظم في سلك مباني رومة وفلورنسه وكذلك العمارة الجديدة المسماة البورس (وهو مجلس التجار بباريس) فانها تذكرنا عمارات برويله وبرتونون في لطافتها وحسن منظرها وبالجملة فهذا التحسين ظهر في جميع المباني الافرنجية ظهورا تاما بل وكذلك في جميع محصولات الصناعة وقد برع الفرنساوية في ذلك وفاقوا اسلافهم بل والدول الاجنبية في الفنون والمعارف بواسطة فن الرسم واستكمال حاسة البصر فيهم ومع ذلك ينبغي الاعتراف بانهم لم يبلغوا في التحصيل الدرجة القصوى لما أن التكميلات المترقبة لسائر الفنون لا يمكن حصرها فعلى ارباب الصنايع من الفرنساوية أن يسارعوا الى هذه التكميلات ويضيفوا الى ما عندهم من الفنون ما يظهر لهم من التحسينات المستظرفة التي هي زينة

البلاد المتمدنة

وعليهم ايضا أن يقبلوا الاقيسة الصحيحة المضبوطة ويذعنوا اليها حسب الامكان وأن لا يقيسوا الاجسام بمقتضى ما يظهر من حجمها فقط بل لا بد ايضا من قياس نسبها ومعرفة ما بين تلك النسب من الاختلاف والتفاوت او التشابه وأن لا يستحسنوا الا ما استحسنه العقل ويبذلوا الجهد فى تحسين اشغالهم بحيث يستنسبها ويقضى بحسنها ويجتهدوا فى اعمالهم حتى يصير لهم المام بصحة كل فن وخبرة بنسبه وانتظامه ثم يبثوا ما اكتسبوه من المعارف الجديدة بافاضتها على من جاورهم والقائها الى تلامذتهم ليعملوا بمقتضاها فى اشغالهم والى الاهالى كافة ليدركوا ظرافة الاشغال ويعرفوا مقدارها وتحل منهم تلك المعارف الجديدة محل القبول وانما اوردنا ذلك رغبة فى نفع الناس وحملهم على الغيرة والمنافسة فى تحصيل الفخار وما يعود على الوطن بالمنفعة

والى الآن لم نستوف الكلام على جميع ما يناسب حاسة البصر من انواع التكميلات وانما ذكرنا ما بين هذه الحاسة وصورة الاجسام من النسب فقط وكيف يمكن استيعاب جميع النسب التى بين البصر والاجسام حال تحركها اى حين ظهورها للنظر على عدة احوال اذ لو تصدينا لذلك لجرّ الى الاسهاب واخرجنا الى تفاصيل كثيرة يطول شرحها فان انواع الحركة كثيرة كحركة الحياة التى نعيش بها والحركة التى نعرف بها حياة الاجسام الحساسة والحركة التى تؤثر فى حواسنا وبها تحصل لنا المعارف والحركة التى تجرنا الى ارتكاب الخطأ فى الافعال والاحكام

و ينبغى لنا أن نعوّد حواسنا على قياس الحركة كما نعوّدها على قياس الامتداد ويمكن التوصل الى هذه العملية المهمة باعانة الزمن فيلزم اذن للعقل والحواس معرفة الزمن والمدّة بحيث متى رأينا جسما يقرب او يبعد عن اجسام اخرى عرفنا معرفة صحيحة المسافة التى يقطعها هذا الجسم فى زمن معلوم او الزمن الذى يقطع فيه مسافة معلومة ولا ينبغى أن نقتصر فى معرفة الحركات والحكم عليها على ما نشاهده منها وقت حصولها فقط بل يجب معرفة قياسها واحوالها

وحفظ ذلك في الاذهان بحيث يمكن مقابلتها بغيرها عند الحاجة

واغلب عمليات الفنون والصنائع تحتاج الى هذه المعارف المضبوطة اذ من الصناع من يلزمه ان يعرف درجة السرعة التي تلايم الدواليب التي يستعملها في سن آلاته وصقل السطوح وعمل الفخار والبلور والصيني بدون أن يحتاج في معرفة قياس حركاتها الى ساعة كبيرة او صغيرة ومنهم من يلزمه أن يعرف السرعة التي تلايم آلات صناعته كالمنشار والفارة والمكوك ونحو ذلك وانما مثلنا لذلك بهذه الامثال العادية ليعلم أن هذه المعارف لابد منها في سائر فروع الصناعة

وقد يحتاج الانسان في كثير من عمليات الصنائع الى الاستعانة بالآلات المعدة لقياس الزمن فحينئذ يلزم لكل امة تقدمت في الصناعة أن يكون عندها اقيسة صحيحة للزمن كما يستفاد من التاريخ

فقد كان سلف الفرنساوية في عهد ملكهم كرلوس مانوس الذي لم تكن فيه الصنائع متسعة الدائرة كهذه الاعصار لا يعرفون الاوقات الا بارتفاع الشمس على الافق كما هو عادة اهل الارياف الآن واول ساعة دقاقة وجدت في مملكة فرانسا هي الساعة التي اهداها الخليفة هارون الرشيد الى ملك فرانسا المذكور ثم اخذت المدن الاصلية من هذه المملكة في تحصيل ساعات من هذا النوع وكانوا اولا يعرفون عدد الساعات بضرب النواقيس فلما عرفوا الساعات الدقاقة صاروا يعرفون باصواتها المتنوعة وضرباتها المختلفة عدد الساعات وانصافها وارباعها ثم اخترعوا للساعة عقربين احدهما لعدد الساعات والآخر للدقائق في سائر الاوقات

وترتب على صحة قياس الزمن وضبطه فوائد عظيمة في ترتيب المصالح العامة والخاصة وكذلك في اشغال الصناعة الا أن هذا القياس لما كان خاليا عن الجدوى بالنسبة لمن لا يتيسر له سماع هذه الساعات ولا رؤيتها كالسياح والشغال والعالم وغيرهم ممن يتفرغ لشغله او يمنعه عن سماعها كثرة اللغط اولا يمكنه الانتقال من محل شغله الى المحل الذي به تلك الساعات خطر لهم أن

يخترعوا ساعات صغيرة يمكن حملها لكل انسان ليعرف بها قياس الزمن ويتيسر له بها معرفة الاوقات مع الضبط فى سائر الازمان والاماكن ويمكن بها لمن كانوا فى اطراف مدينة كبيرة او فى مدن مختلفة وتواعدوا للاجتماع مع بعضهم فى محل مخصوص ووقت معلوم لقضاء اوطارهم او لمجرد الحظ والمؤانسة أن يحضروا فى الوقت المعين بينهم ومن فوائد هذه الساعات ايضا قياس مدة جملة من الاشغال وطول زمن عدة من الحركات وبالجملة فقد استفاد الناس من قياس الزمن فائدة عظيمة كان لا يمكن للامم تحصيلها قبل ذلك وربما استفيد منه ايضا فائدة اخرى وهى كثرة العمل مع التوفير وله مدخلية فى تنظيم جملة من المصالح العامة والخاصة وفى تكميل العلوم والفنون وله ايضا مدخلية عظيمة فى اشغال الملاحة وعلم الفلك وكذلك الفنون الحربية فيلزم غالبا معرفة الزمن الكافى لاجل انتقال الجيوش من موضع الى آخر فى مدة الحرب التى لا يتيسر فيها قياس المحال والمسافات الا بمجرد النظر فلذا كان لا يمكن التوصل الى ذلك الا بالتعود على معرفة المقابلة بين المسافات المقطوعة والزمن الذى استغرقه قطعها بأقيسة صحيحة مضبوطة

وطريق الوصول الى معرفة الازمان بمجرد النظر هى التأمل فى حركة الاجسام واما معرفتها بالسمع فهى عبارة عن معرفة مدة الاصوات كما سيأتى فى الدرس الثانى

فتجد معلم العساكر الجديدة باعتياده على ملاحظة السير المعتاد والسريع المعبر عنهما بيرايك بيرايك اعنى واحد اثنين واحد اثنين يكتسب معرفة المدة التى بين هذه المسافات المتساوية فاذا رأى بعد ذلك عساكره تمشى أمامه عرف سرعة سيرهم بمجرد النظر كرئيس الجيوش المنتظمة

فعلى ذلك اذا رأى الانسان رجالا او خيولا او عربات اوسفنا سائرة امكنه أن يعود نظره على معرفة قياس سرعة حركاتهم كالالاتى اذا سمع فرعا من فروع الموسيقى فانه يعرف بمجرد سماعه النغم الذى ينتسب اليه هذا الفرع من غير احتياج الى مراجعة كتاب فى هذا المعنى

وجميع

وجميع هذه المعارف على اختلاف انواعها لها فائدة عظيمة فى كثير من الفنون فيمكن بها لرئيس الورشة الكبيرة والمعامل الصغيرة أن يعرف اسراع العملة او توانيهم فى الشغل بمجرد النظر او السمع

وهنالك معارف اخرى ليست مقصورة على بيان قياس اطوال المسافات والاوقات بل يعرف بها ايضا الالوان والاصوات (كما سنذكره فى الدرس الثانى)

ومعرفة الالوان مما لا بد منه للمصورين والصباغين ومزخرفى التياترات اى الملاعب وغيرها من الاماكن وهى ضرورية ايضا فى كثير من الفنون التى يرغب فى محصولاتها على حسب زينتها بالالوان المرغوبة قلة وكثرة فلذا كان ينبغى للرسام الماهر أن يعرف هذه الالوان معرفة جيدة ويعرف ما بينهما من الاختلاف والاتحاد * والناس فى شأنها على قسمين فمنهم من يعرفها حق المعرفة ومنهم من لا يعرفها الا معرفة هينة

فأهل الارياف عموما سواء كانوا متوحشين او متمدنين لا يميلون بالطبع الا الى الالوان الناصعة الفاقعة واما الاكابر والاعيان فزينتهم من قديم الزمان الحمرة الضاربة الى السمرة بخلاف اهل البادية فانهم يؤثرون الاحمر الوردى على غيره وهو الارجوانى عند اهل القرى واما ما كان من الالوان دون ذلك فى الشدة فهو الملايم لاصحاب الذوق السليم لصحة حواسهم وقوة ادراكهم لها بما توارد عليهم كثيرا من الالوان فعرفوا بمقابلتها على بعضها ما لا يعرفه العامة من التفاوت بينها ومثل هذه المعرفة الدقيقة مما يقوى الذوق ويكسبه السلامة والرقة

وبما ذكرناه هنا يمكن الوقوف على تقدم ذوق الانسان وقوة ادراكه بالنسبة الى الالوان كما سبق بيان ما يمكن به معرفة ذلك بالنسبة الى مقادير الاشياء

(الدرس الثانى)

فى الكلام على حاسة السمع المعتبرة آلة للقياس وعلى الاتجاه الذى تكتسبه

منها القوى الانسانية

قد اسلفنا فى الدرس الاول أن حاسة البصر معتبرة آلة للقياس وذكرنا أنه يمكن للانسان بالتعود على الملاحظة والمقابلة أن يكمل هذه الحاسة الناقصة ويجعلها صالحة لاعانته فى اعماله واشغاله وذكرنا ايضا أن استكمال تلك الحاسة امر ضرورى لابد منه لاسيما بالنسبة لتقدم الفنون المستظرفة والفنون النافعة التى هى عبارة عن الصناعة

وقد رأينا أن نتكلم فى هذا الدرس على حاسة السمع كما تكلمنا فى الدرس الاول على حاسة البصر فنقول

ان جميع الاحساسات التى توصلها حاسة السمع الى العقل ممتازة بثلاث خواص متباينة * احداها المدة * والثانية القوة * والثالثة ارتفاع الاصوات او انخفاضها

فيمكن للانسان بالتدريج أن يعود ذاته على قياس مدة الاصوات وسكونها لان معرفة هذه المدة المكتسبة بالحواس مما لابد منه فى كثير من الفنون * ويتوصل الى معرفة هذه المدة بتوارد الاصوات المتشابهة وتكررها على الاذن حينا بعد حين بأن ينقطع تواصلها بسكوت طويل اوقصير * فلذا كانوا فى العسكرية يستعملون تارة صوت الكمندار (اى المعلم) وتارة صوت الطرمبيطة واخرى صوت الموسيقى ليعودوا العسكرى الجديد على معرفة قياس السير السريع كثيرا اوقليلا على حسب ما يلايم الحركات العسكرية من انواع السير

وكذلك اذا ارادوا انتظام فرقة عسكرية بحيث تحرك اسلحتها دفعة واحدة قسموا الزمن الذى تقع فيه اجزاء التعليم الى مدد متساوية لكل مدة منها حركة مخصوصة فيترتب على ذلك فى التعليم توازن الحركات وانتظامها وهو المطلوب * فبهذه الطريقة يمكن لثمانمائة اوتسعمائة من العساكر المتقدمين فى التعليم أن يجروا بالنداء المسمى تعليم ماهران وهو سلاح طولدر اى تعمير السلاح عملية اثنى عشر فصلا واكثر من ثلاثين حركة مع الاتحاد التام بدون احتياج الى

اشارة

اشارة اخرى

وكلما كانت العساكر الجديدة مجموعة من الاهالى المتمدنة المتعودة بطبعها على مثل هذه الحركات كان تعود حواسها على هذه التعليمات قريبا قصير المدة فيكفى فى تعليم العساكر الفرنساوية مجرد التعبير عن الحركات اللازمة وتكرارها بخلاف العساكر المجموعة من الولايات القليلة التمدن فان ذلك لا يكفى بالنسبة لهم بل لا بد من أن يكون أمامهم رجل يفعل جميع الحركات اللازمة واحدة بعد اخرى حتى يتأتى لكل واحد منهم الاقتداء به فى تلك الحركات ويتعود على فعلها وحده بدون أن يحرك راسه ويجب على المعلم الماهر أن يلتفت الى مثل هذا الاختلاف العظيم

هذا ولا ينبغى أن يعتقد أن الغرض من الانتظام والاتحاد فى التعليمات العسكرية انما هو الزينة والفخر بل الغرض من ذلك هو ما يترتب عليه من النتائج النفيسة والفوائد المهمة وهو تعود العسكرى على انتظام جميع حركاته واجرائها على صوت رئيسه واصوات الآلات الحربية * وبالانتظام المذكور يصير ايضا بعض اعضائه متعودة على قبول تأثيرات الاصوات فيكون بذلك قابلا للغيرة والحمية بمجرد سماعها اذا اقتضى الحال تحصيل نتيجة مهمة او عملية جسيمة فمن ثم كانت الاهالى المتمدنة اذا عن لها أن تكمل الفن العسكرى اوتشرع فى تعلمه تدخل الانتظام فى جميع الحركات العسكرية وتراعى الهندسة فى الصفوف والاتجاهات فتتفوق بذلك على الاهالى الغير المتمدنة ويحصل لها به من الفائدة والرجحان عليهم ما هو اعظم من فائدة كثرة الاسلحة لان هؤلاء المتبربرين انما يرجحون على المتمدنين بالشدة وشراسة الاخلاق والاستنكاف عن مكابدة الاشياء وتحمل مشاق معاناتها * ولانتظام الحركات فوائد كثيرة فى الاشغال المدنية والاعمال الاهلية * فمن فوائده فى صناعة الحدادين مثلا أنهم اذا اجتمعوا لدق قطعة من الحديد على السندال ودقوها بالمطرقة مع غاية الانتظام دقا محكما مضبوطا لم تكن فائدة ذلك مقصورة على عدم ملاقاة المطرقة للسندال ومنع ما يترتب على ذلك من المضار بل فائدته ايضا خفة العمل

وقلة المعاناة

فاذا كان لانسان صنعة يلزم لها حركة واحدة متكررة دائما فانه يجعل لهذه الحركة مدة محدودة لا تتغير ويرى فى ذلك فائدتين احداهما انه لا يصرف من قوته فى تلك المدة المعينة الا مقدارا معلوما بحيث يمكنه استرجاع ما فقده منها فى قدر تلك المدة * والفائدة الثانية وان كانت دون الاولى فى الوضوح والامتياز الا انها جديرة بهما وانها فى نوع من الدفعات الدورية تكتسبه الحواس من تكرر الحركة تكررا منتظما بمعنى أن الحواس تتعود بذلك على هذه الحركة المتكررة المتوالية مع السهولة العجيبة والسرعة التى يتوصل بها الى عدة نتائج غريبة وبما ذكرناه تظهر ثمرة تقسيم الاشغال لاجل اجراء عمليات الصناعة (كما سيأتى فى الدرس الرابع)

والانسان من مبدأ صغره يدرك تكرر الحركات المتساوية ويميل الى ذلك بطبعه فلذا كان يسهل تعود الحواس على هذا التكرر بدون كبير معاناة فتجد كل كلمة من الكلمات الاولية التى ينطق بها الطفل مركبة من جزءين متشابهين ويسهل عليه أن ينطق بها مركبة أكثر من نطقه بها مفردة

واذا اريد حظ الاطفال وادخال السرور عليهم صنع لهم حركات سريعة منتظمة فبذلك يظهر اثر السرور على وجوههم وايديهم وارجلهم بل ينشأ عن هذه الحركات المتساوية المتكررة ما يظهر اثره على الجسم بتمامه

وهنالك نوع آخر فى جلب الحظ الى الاطفال وهو أن تصنع لهم حركات طويلة لطيفة موزونة تتناقص بها الشدة المنبثة فى اعضائهم ويلحقها الاسترخاء فيدركهم النوم باثر ذلك بمعنى أن اعضاءهم تتمتع بالراحة التامة الناشئة عن هذه الحركات الموزونة البطيئة

ومثل هذه الطرق تستعمل فى كثير من التياترات ليحصل الحظ او الفتور او الانجذاب والميل الكلى او لجلب السنة والنعاس فعلى ذلك لا مانع أن يقال انه يتولد عن الشعر كثير من النتائج الميكانيكية التى من هذا القبيل ولا مانع ايضا أن قانون الحركة له دخل فى ضبط كثير من كلمات الفصاحة المستعملة

فى

فى تحسين الكلام الا أن هذا ليس محل ايراده و بيانه

وحيث ان ما اوردناه هنا لم نتعرض فيه الا لذكر نتائج الحركة فقط بقى علينا بيان اسباب التأثيرات المختلفة فى السرعة والنتائج المذكورة اذ لو اقتصرنا على ماذكرناه لفاتنا معرفة تلك الاسباب فلا يدرى مثلا ما السبب فى كون الانسان يسرع السير فهراعنه عند سماع مايهوله و يمشى الهوينا عند سماع الفروع الموزونة من الموسيقى

وشاهد ذلك ما وقع لى فى هذا المعنى وهو أنى كنت اذا اشتغلت بالكتابة ومر بى من تحت شبابيك المحل احد الآلاتية الذين يمرون فى الطرق ارى حركات القلم تأتى على ضربات الموسيقى مع الوزن والانتظام على حسب مايطرق آذانى من انغامها وطرب الحانها

والواقع اننا الى الآن لم نعرف سبب هذه الحوادث المؤثرة بطريق الجاذبية وانما نذكر هنا نتيجة تجربة يعرف بها أن هذا السبب ميكانيكى محض فنقول

انه قد وقع للمعلم بريغويت وغيره من مشاهير الساعاتية انهم وضعوا على مستو واحد مرن ساعتين من ذوات الثوانى اوساعتين من ساعات قياس الزمن فوجدوا فى سرعة حركاتهما بعض اختلاف يسير حيث رأوا أن الساعة التى هى اسرع حركة من الاخرى تتأخر وأن البطيئة تتقدم وانهما ينتهيان معا فى السير مع أن كل واحدة منهما منفردة عن الاخرى فى علبة لا تعلق لحركتها بحركة الثانية

وما ذكرناه من المقارنة فى شأن التأثيرات الواقعة على الانسان وفى شأن حركة عدة من الساعات ليس حاصلا بطريق الصدفة والاتفاق بل تتأثر الاعضاء حقيقة بتأثير الاصوات الغريبة التى تضطرب بها بأن تجعلها موافقة لها فى حركاتها سرعة وبطأ ومن هنا النتائج المعروفة التى تحدثها فينا الآلات المتحدة فى الصوت

فاذا اخذت طرمبيطة وشددت اوتارها شدا جيدا وضربت عليها ضربات

متوالية متساوية سريعة وفصلت بينها فصلا هينا جدا بضربات سريعة واخرى قوية امكنك بهذه الطريقة منع الفرقة العسكرية عن سرعة السير والهجوم على العدو

وتفعل عكس ذلك فى صورة ما اذا اردت ضعف صوتها بأن ترخى اوتارها وتغطيها بغطاء منظره محزن يضعف صوت حركاتها زيادة على الضعف الناشئ من ارخاء اوتارها فتسمع لها صوتا منخفضا غير متواصل يعقبه السكوت ثم تضربها بعد ذلك ضربة واحدة يعقبها السكوت ايضا ثم تضربها ضربة هينة يسمع لها صوت ضعيف وبذلك تفتر حركة الاعضاء و يتولد الحزن فى النفوس و يحصل تذكار الجنائز

وقد استنبطنا هذين المثالين من جاذبية السمع وتحرك الاجسام الرنانة التى يسمع لها دوى وصوت فى الهواء

ومن هذا القبيل الناقوس فانه يتولد عن ضربه مثل هذه النتيجة ايضا فاذا كانت ضرباته خفيفة بطيئة دلت على موت الانسان من مسافة بعيدة بخلاف ما اذا كانت مختلفة سريعة فانها تدل على ولادة مولود او عمل موسم او عيد وكذلك الساعة الدقاقة فى صورة ما اذا كانت ضرباتها متساوية متوالية [illegible] فانها فى هذه الصورة تؤثر فى النفوس ما يزداد بالتدريج و يقوى شيأ فشيأ حتى يكسبها انبعاثا واندفاعا الى محل به حريق اوقتل او نحو ذلك فنتيجة الساعة فى الصورة المذكورة كنتيجة الناقوس فى صورة سماع ضرباته من مسافة بعيدة

ثم ان بقية الحيوانات بهذه المثابة من حيث قبولها لهذه التأثيرات وانبعاثها الى ما تجذب اليه فان صوت البوق او النفير يغرى الكلاب على الصيد والخيل على الهجوم فى المعركة اذ حركة السير القوية السريعة تسرى سرعتها فى جياد الخيل وتدفعها الى خطر المهالك قهرا عنها * وقد تحدث الطريقة [illegible] فى الانسان قوة عظيمة تفضى به الى الحمل على العدو واقتحام خطر الالتحام ولم نتكلم الى الآن الا على الاصوات من حيث سرعتها وما يتولد عن هذه

السرعة

السرعة من النتائج وبقي علينا أن نتكلم عليها من حيث ما يتولد عن قوتها من النتائج كبيرة كانت تلك القوة او صغيرة فنقول

قد ثبت بالتجربة أن انغام الجسم الرنان تكسب الاذن طربا يختلف قلة وكثرة على حسب بعد هذا الجسم عنها وقربه منها * ومتى عرفنا صوت الاجسام الرنانة عرفنا بواسطة السمع ما بيننا وبين هذا الصوت من المسافة * فاذن هذه الحاسة التي كانت [illegible] الآن آلة لقياس الزمن والامتداد ايضا * وربما نابت عن حاستي البصر واللمس

وذلك أن العميان لما تعذر عليهم قياس المسافات البعيدة ومعرفة مقاديرها لفقد حاسة البصر منهم اضطروا الى السعي فيما يكون به استكمال حاسة السمع فنجحوا في ذلك نجاحا عظيما وترتب على سعيهم نتائج عجيبة وفوائد غريبة فقد صارت اسماعهم في اقرب وقت آلة لقياس الامتداد ولو سلك مسلكهم من له [illegible] وبذل الوسع والمقابلة بين الاصوات ومزيد الالتفات والانتباه لاستكملت فيه حاسة السمع مثلهم وبلغ في قوتها درجتهم

وقد احسن ارباب الفنون المستظرفة استعمال خاصية الاصوات التي هي عبارة عما يستدل به على قرب صاحب الصوت المسموع من السامع او بعده عنه * واستخراج الاصوات الخفية العسرة الادراك من الافواه او الآلات لسبب يقتضيه وموجب يستدعيه اذ تكرر هذه الاصوات وعظمها وغلظها شيأ فشيأ وسيلة تؤدي الى الغرض المقصود من اهوية الموسيقى وألحانها * وثم فائدة اخرى وهي معرفة السامع المسافة التي بينه وبين اشياء في التياتر لم يكن يبصرها كجيش او احتفال كبير او زفاف او نحو ذلك

واعظم الاهوية المعروفة هو ما اخترعه بعض مشاهير ارباب الموسيقى في عصرنا هذا وهو عبارة عن تطويل النغمات على التدريج بأن يمد صوته مقاما بعد مقام مدا عظيما مع فواصل دقيقة وعلامات لطيفة تؤثر في النفوس بالتدريج تأثيرا عظيما في المحافل الكبيرة وهذا التأثير هو ما يعرف بثورة النفس المستوية

وهذه العلامات المنتظمة سواء كانت مرتفعة او منخفضة ليست مقصورة على بيان المسافات والحركات الطبيعية بل تحدث فى النفوس تاثيرا يزيد او ينقص به على التدريج ماهى عليه من فرح اوحزن اوقوة اوضعف اوشجاعة اوجبن وكذلك اغلب الشهوات النفسانية

وعظماء الخطباء والشعراء ومهرة ارباب الفنون الذين يأتون بالعبارات المنتظمة المفرحة اوالمحزنة يعرفون حق المعرفة رموز الحركات سواء كانت سريعة سرعة تدريجية اوبطيئة كذلك * و يعرفون ايضا طريق وضعها فى تآليفهم ونقلها الى اقوالهم على وجه بحيث يكون لها تأثير فى النفوس فترى الخطيب حين يأتى بادلته وبراهينه مرتبة على مقتضى قانون القوة بحيث يكون لذلك موقع فى النفس يؤثر فيها شيأ فشيأ يعبر عما استحضره من التصورات والمعانى التى تجذب اليها النفوس بعبارات يسلك فيها بالتدريج مسلك السرعة والحماسة فيكون لهذه الامور الثلاثة المؤتلفة التى لاتخرج عن سرعة الكلام وقوة الاصوات وحركة النفس المتزايدة بالتدريج تأثير فى نفس السامع وجوارحه بطرق ثلاث مختلفة كل واحدة منها تزيد فى قوة الاخرين

وفى صورة العكس وهى ما اذا اريد الانتقال من قوة التأثر والاحساس والنزول من درجة ذلك الى درجة التصورات المحزنة والآفات السوداوية ينقص الخطيب صوته شيأ فشيأ حتى تصير خواص الصوت وعلاماته مدغمة غير متميزة ومتراخية غير متواصلة بحيث يشق على نفس السامع قبول تلك التأثرات الجديدة القابضة التى يحاول الخطيب القاءها فى ذهنه واثباتها فى نفسه

ثم ان الاصوات التى تميز بحاسة السمع هى كأشعة الضوء بالنسبة لحاسة البصر من حيث تفاوتها فى اصلها وقوتها وليس اختلاف الصوت قوة وضعفا مقصورا على الصوت الواحد فقط بل قد تختلف الاصوات المتعددة وتتغير عن اصلها بالقوة او الضعف * وقد حصر ارباب الموسيقى ما ينبغى اسماعه من الاصوات فى عدد قليل يبلغ ثمانين ونيفا كلها على نسب مختلفة فاذا اسمعوا جميع تلك الاصوات وجد السامع منها ما يكون النغم فيه واحدا لا يختلف ومنها ما يختلف

نغمه

نغمه وطر به قلة وكثرة ومنها ماأذا توافقت انغامه اضرّ بأنفس السامعين وقدا بطلوا هذا النوع الاخير من الحان الموسيقى

ولما كان الانسان باصل الفطرة لايعرف فن الموسيقى كان محتاجا الى تعويد سمعه على قياس ارتفاع الاصوات وقوتها ومدتها قبل أن يحكم بشيء فى شأن الحان الموسيقى ولنتكلم على هذا الغرض فنقول

حيث ان صوت الطرمبيطة او الناقوس له فى النفوس تأثير عظيم فصوت الموسيقى فى ذلك من باب اولى لاحتوائها على عدة كبيرة من الآلات المتنوعة من كل آلة لطيفة تستعذبها الاذواق وتنجذب الى سماعها النفوس وآلة مزعجة تمجها الاسماع وتنفر منها الطباع وآلة ندية الصوت مألوفة واخرى ثقيلة النغم بالشدة موصوفة

وبالجملة فالموسيقى لها تأثير عظيم عند اصحاب الذوق السليم والحواس المستكملة * والاقطار الجنوبية تفضل فى هذا المعنى الاقطار الشمالية ومن هنا مايوجد فى تواريخ اليونان من النتائج العجيبة المترتبة على التئام الاصوات وانتظامها وكذلك مايرى الآن عند الايطاليين من الحمية والحماسة فى خطبائهم وشعرائهم حيث يسلكون فى خطاباتهم ووعظهم واناشيدهم الطريقة الحماسية التى يكون لها فى قلوب العساكر وقع عظيم يحملهم على اقتحام الاخطار حتى يصلوا الى قلعة العدو ويتوجوا بازهار شجر الغار حسبما جرت به العادة عندهم قديما من أن الملك يتوج بتلك الازهار من حاز على العدو فخر الانتصار من فحول الرجال والعساكر الابطال

فاذن مايوجد فى لغات اهل الجنوب من انتظام الاصوات وتنوع الالحان ينبغى نسبته الى رقة المخارج ولطف الاعضاء بخلاف لغات اهل الشمال فان مافيها من الاصوات اليابسة الخارجة من الحلقوم او من بين الاسنان يظهر انه انما خلق كذلك ليناسب الاعضاء الصلبة اليابسة بسبب برد الاقطار الشمالية

وعلى كل فجارحة اللسان وحاسة السمع وان كانتا من القوى الحادثة بمحض

خلق الله تعالى الا انه يمكن اصلاحهما وتحسين عملياتهما بواسطة الصناعة البشرية ولو اختلفا فى الناس لاختلاف الاقطار اختلافا كثيرا اوقليلا

فاذا تتبعنا حاسة السمع بالتعويد والممارسة المقبولة مع غاية الاعتناء وجدنا فيها من التقدم والاستكمال نظير ما نجده فى حاسة البصر وهذا القياس الحاصل بين التقدمين له منفعة عظيمة فى حد ذاته ويدل ايضا على صدق ملحوظاتنا الاولية وصحة نتائجها النافعة

وذلك أن حاسة السمع متى استكملت عند امة من الامم عرفت بها ما يوجد من التفاوت بين الاصوات ذات المخارج اى الالفاظ والمخاطبات ومتى تقدمت هذه الامة فى الفنون والآداب صارت تلك الحاسة عندها بمثابة آلة مضبوطة للقياس بل هذه الحاسة تستكمل فى الشخص الواحد بحسن التربية وبحسب ما يكون عليه من الاحوال * وقد توغل اليونان فى هذا الفن الذى به تكتسب حاسة السمع قوة واقتدارا على ادراك الاشارات الدقيقة من مسافات بعيدة وفاقوا فى ذلك غيرهم من الامم حتى انهم كانوا اذا سمعوا صوتا ساذجيا عرفوا منه انغاما ومقامات لا يسعنا معرفتها من الاغانى المعروفة بعلاماتها وكانوا لفصاحتهم لهم فى فن الموسيقى تنوعات كثيرة عجيبة وحسن انغام مطربة غريبة وسبب ذلك أنهم كانوا يعلمون اولادهم من صغرهم ويعودونهم على جعل كلماتهم آتية على طبق وحدة القياس الثابتة المحدودة حيث كانوا يعودونهم من مبدء امرهم على الانتظام فى المكالمات والمخاطبات كما أن الفرنج الآن يعلمون اولادهم الانتظام فى الاغانى على مقتضى الحان الموسيقى

وينبغى أن يكون منشأ ما اشتملت عليه لغتهم من المحاسن التى يستحسنها الاجانب وتأخذ بمجامع البابهم انما هو اهتمامهم بشأن المعارف واعتناؤهم بمطالعتها

وذلك أن اللغات فى الغالب تكون فى مبدء امرها خشنية فان الالفاظ التى تتركب منها الكلمات تكون وحشية غير مألوفة وكذلك الكلام المتركب من الكلمات يكون اولا خشنيا خاليا عن المحسنات وحسن الانتظام وكل لغة تبقى على هذه الحالة الاولية مدة طويلة حتى يأتى لها عصر مناسب تكتسب فيه

حواس السمع عند المؤلفين وارباب الكتابة والانشاء في اقرب مدة لطافة ورقة جديدة تعرض لهم على حين غفلة حتى ان ما كانوا يستحسنونه من الاصوات المفردة او المركبة يصير عندهم من انكرها واقبحها فيمجعونه من تآليفهم ويهملونه في مخاطباتهم فعند ذلك تعجب الاهالي من هذا الاتقان العظيم والانتظام الغريب الذي ظهر لهم من هؤلاء المؤلفين والكتاب ارباب القرائح الجيدة فكأنه بهذه الطريقة حدث فيهم حاسة جديدة ومدركة قوية انتشرت بينهم واستكملت بها اعضاؤهم وجوارحهم حتى كأن لسانهم كان ينتظر هذا الزمن ليتقدم فيه ويبلغ درجة كمال

ولامانع أن يقال ان مثل هذا التقدم الجديد لم يبلغ درجة كمال الاعند الرومانيين فان هذه الامة كانت اولا فقيرة متبربرة وكانت مسامعهم خشنية كعوايدهم ولغتهم وحشية جافية كطباعهم ولم يزالوا كذلك الى انحطاط دولة قرطاجة فلما تمول اعيانهم وتمكن الصلح في بلادهم ركنوا الى الدعة والبطالة ثم خلف هؤلاء المشاهير في اقرب مدة كتاب من الاهالي اخذوا عن اليونان الذين استكملت فيهم حاسة السمع ما توشحت بمحاسنه اللغة اللاطينية من الاتقان الذي لم يكن معروفا عندهم الى ذلك العصر ومازال ذلك متداولا بينهم من تيرانسة الى بلوتة ومن ورجيل الى انيوس ومن الخطباء العظام الى قيقرون وقل أن مضت مدة خالية عن هذا التحسين والاتقان بل كان جل اجتهادهم فيما تخلل هؤلاء المشاهير من الازمان انما هو في تحسين اللغة وتهذيبها والامة الرومانية بأسرها نسجت على منوالهم في هذا التقدم السريع المنتشر

ولم يكن استكمال الحواس بالنسبة الى اللغة الفرنساوية دون ذلك في السرعة والانتشار * والعيوب التي كانت قديما في لغة الفرنساوية ومكثت مدة طويلة بدون اصلاح ولا تحسين لم تستثقلها اسماع اسلافهم ولم تمجها طباعهم الخشنية ولم تزل كذلك الى ايام لويز الرابع عشر وبالجملة فالشاعر ماليرب هو اول من اتقن في فرانسا الاوزان الشعرية واصلحها

فظهر وقتئذ أن حاسة السمع استيقظت من غفلتها وافاقت من غمرتها ونشأ بمملكة فرانسا الذوق السليم والادراك الصحيح فى ايام كورنيل الشهير الذى لم تزل اوائل كتبه فيها خشونة اللغة بخلاف تاليفه المتأخرة فانها اسفرت عن قواعد وملح تميل اليها الحواس والعقول معا ولكن الشاعر راسين توغل فى هذا الفن العظيم الذى من خواصه تحريك الحواس وتهييجها بالاصوات المؤتلفة والالحان المتوافقة التى تنجذب اليها النفس بما تحدثه فيها من المطربات وملح التخيلات

ثم ان محاسن اللغة المدونة فى الكتب كانت موجودة قبل استكمال اللغة المعتادة المتداولة على الالسنة بمدة طويلة كما أن فن التعبير عما فى النفس فى المجامع الحافلة والخطابة على المنابر والتكلم فى مجمع المحامين بمحاكم القضاة وفى التياترات الكبيرة مكث فى التوحش والخشونة بعد ظهور محاسن الفصاحة والشعر بمدة تزيد على قرن

وقصارى الامر أن جماعة من الخطباء المشهورين وارباب الالعاب الماهرين وصلوا بفن التكلم فى المجامع العامة الى اقصى الدرجات وتركوا الخطب المذهبية (اى التى يبين فيها الخطيب مذهبه فى الفصاحة لجماعة مخصوصة) ولما كان هؤلاء الخطباء يترجمون عما فى الضمير لزمهم أن يتعلموا تنوعات الاصوات ومقاماتها الطبيعية حتى يعبروا فى كلامهم عما يقوم بالنفوس من الوجدانيات والاغراض النفسية فوصلوا بقوة هذا الفن الى اعظم عبارة تلايم الطبع وتناسب ما فى النفس وعودوا الاهالى على ادراك هذه العبارات البسيطة وقبولها بحيث لو سمعوا الآن كلام خطباء القرنين الماضيين الذين كانوا يأتون فى خطبهم بما يلايم اهل عصرهم من المسار والحظوظ النفسية لمجته اسماعهم ونفرت منه طباعهم بل ربما رأوا أن هذه اللغة انما هى من لغات الامم الخشنية المتبربرة مع انها كانت لسان اعظم خطبائهم الذين كانوا اذ ذاك بمنزلة عظماء مؤلفى هذا العصر ومن ذا الذى كان يظن أن هذه اللغة يلزم لتهذيبها وتحسينها مائة وخمسون سنة حتى ظهرت محاسنها وصارت لغة بديعة

عجيبة حيث وضعها ارباب القرائح الفائقة والأذهان الرائقة فلله درهم من رجال استحقوا المدح الجزيل والثناء الجميل بسلامة اذواقهم وجودة قرائحهم

وقد اسلفنا لك أن الانسان فى صورة ما اذا تعسرت عليه الرؤية بحاسة البصر يبذل وسعه فى الاصغاء بحاسة السمع ليدرك الاصوات البعيدة ومقامات الالحان الدقيقة ومن هذا القبيل العميان الذين يعوّدون قوة اسماعهم على ادراك انواع الدوى والغاغاء ومعرفة جميع الاصوات التى تظهر فيما حولهم ولهذا الاصغاء منفعة عظيمة وهى عدم انقطاعه بتعطل حاسة البصر وبعكس ذلك قد يحصل احيانا أن من تعوّدت حواسه الخمسة على وظائفها يدرك ببصره كيفما اتفق منظر الاجسام وتبقى بقية حواسه معطلة بحيث لا يسمع ما يقال حوله ولا يشم الروائح العطرية التى يتكيف بها الهواء بل ولا يحس باللمس وهذا هو منشأ ما يستعمله مؤلفوا قطع التياترات والالعاب من الامور السرية مفرحة كانت اومحزنة ولكن لاجل أن تكون هذه الامور موافقة لمقتضى الطبيعة يلزم للناظر المتفرج أن يرى فى الحاضرين الذين لا يلزم لهم سماعها اشتغالا عنها بامور خارجية او بتفكرات نفسية حتى لا يسمعوا ما يقع حولهم من الاصوات المرتفعة جدا بحيث تسمع فى المحافل الكبيرة

وقد تكون هذه الامور السرية بتلك المثابة بالنسبة الى حاسة البصر ايضا وذلك اذا اشتد الاصغاء والقاء السمع بالكلية كما اذا سمعت كلاما فصيحا يا خذ لفصاحته بالالباب ويستميل القلوب اليه فان حاسة البصر فى هذه الحالة لا توصل الى العقل شيأ من وظائفها بل ربما يذهل السامع عن ذات المتكلم نفسه بأن ينسى شخصه وتقاطيعه وحركاته ولا يلتفت الا الى مجرد كلامه

وفى دائرة الجمعية المنحصرة الضيقة يكون تأثير فن الكلام اقل فاعلية عما اذا كان فى دائرة جمعية متسعة ومع ذلك فقد يرى فيها اناس يجيدون الكلام اجادة تحدث فى النفس تأثرا بما ينبعث اليها بواسطة حاسة السمع من الانبساط والمسرة بحيث ينسيها ذلك ما تنفر منه الحواس الاخرى وتمجه

ومن اهم المعارف بالنسبة الينا تعويد الحواس وانهماك النفس مرة بعد اخرى

بحسب ما تقتضيه ارادة صاحبها على الاحساسات الجزئية اى احساس حاسة البصر وحدها او حاسة السمع وحدها او احساس كل واحدة من الحواس على حدتها وكذلك تعويذ جملة منها على أن تحس بعدة محسوسات فى ان واحد وتوصلها الى العقل فيحكم عليها و يميز بين اصلها ونتائجها و بذلك يصير العقل مدركا لجميع مايصل اليه من المعارف على اختلاف انواعها و يمكنه بواسطة احدى الحواس أن يدرك ما تقع فيه من الخطاء الناشئ عن ضعف حاسة اخرى * مثلا اذا تأثر انسان من سماع صوت تأثرا شديدا فانه يجتهد فى كونه يعرف من تقاطيع صاحب هذا الصوت الذى افزعه ما اوجب حميته وهيجانه من الاسباب التى لا يمكن له علمها من الصوت الذى ازعجه

وكذلك صورة العكس وهى ما اذا ابصر الانسان خطيبا يتراءى منه المهابة والحماسة وتنجذب اليه النفوس فانه يبادر بالالتفات اليه ليسمعه مع الاصغاء التام ولكن ربما ضاع هذا السعى سدى لان فصحاء الخطباء ومهرة اللاعبين هم الذين يلقون الينا ما تتأثر به نفوسنا من الامور العظيمة المتنوعة وان كانوا تارة يرى شخصهم ولا يسمع صوتهم وتارة بالعكس

وقليل من الناس الذين يمارسون الفنون والصنائع من يستعمل قواه العقلية فيستولى على العقول بفصاحته ويجب السامعين بقوة عارضته و يستميل اليه القلوب بتأثير عبارته بخلاف ما يليق بالانسان النافع لوطنه العارف بجلالة نفعه من الكلام المعتاد المتداول على الالسنة والمنظر الجامع بين السذاجة الثابتة وكونه جليا غير متكلف يقضى باستئمان صاحبه والوثوق به فان ذلك يشتمل من حماسة الخطاب وصحة النظر والهيبة والوقار على ما يوجب احترامه واحترام وظيفته ايجابا اكيدا بحيث لو اخل به احد عد ذلك منه خطأ كبيرا يستحق عليه العقوبة فهذه الصفة الشريفة هى اللائقة بحال من يعانى الفنون والصنائع اذ بها يبلغ فى اى جهة كانت ماله الحق فيه بين الجمعية من الدرجات السامية والرتب العالية

وهناك طريقة اخرى فى هذا المعنى تلايم رؤساء الفبريقات والورش بحيث

لو نسجوا

لو نسجوا على منوالها في مخاطباتهم لاطاعهم من تحت ايديهم من الصنايعية واحترموهم وتلقوا ما يقولونه بالقبول فانك في اغلب الاوقات ترى رؤساء الفبريقات بفرانسا صغيرة كانت او كبيرة يتشاجرون مع الصنايعية كثيرا و يسبونهم و يطيلون معهم الكلام من غير أن يصادف محلا ولا يترتب عليه فائدة بل ربما جرّهم ذلك من الهزل الى الجد وأفضى بهم الى مجاوزة الحد في السب والفحش فيسمع لهم صخب وصياح شديد لاداعي اليه الا اسباب واهية ومقتضيات هينة فالاوفق حينئذ بالحكومة المضبوطة ذات القوانين المعقولة والاصول المقبولة أن تكون الاوامر في جميع اشغال الصناعة بسيطة واضحة موجزة العبارة يجتنب فيها التطويل الا بقدر الحاجة وبالجملة فلا ينبغي للرئيس أن يغضب او يصيح او يسب او يؤذي الصنايعية لاسيما بالضرب فان الضرب يجرّد المضروب عن صفة الانسانية و يفضي به الى الاحتقار والهوان بل الواجب عليه أن يبين للصنائعي عيبه و يوقفه على حقيقة ذنبه و يعين له ما يستحقه على ذلك من العقوبة ولو شديدة فان ذلك أدعى لعدم ضجره وابعد لتشكيه وتظلمه فان عفا عنه الرئيس بعد ذلك تضاعفت عند الصنايعي معزته وعظمت منزلته حيث صفح عن زلته وعدل عن اساءته وعقوبته فهذا هو ما يسمى عندي ببلاغة الصناعة حيث يتدارك به ما يقع من الخلل ويمنع من الحقد والغيظ بل يبعث الصنايعية على محبة الرئيس والانقياد اليه

ومتى رأى الصنايعية رئيسهم ووكلاءه لا يتكلمون الا عند الحاجة تاسوا بهم ونسجوا على منوالهم فيترتب على ذلك في الفبريقات حصول الصمت التام والتفات كل انسان الى شغله والتفرغ اليه بالكلية بحيث لا يشتغل بغيره ولا تتعلق آماله الا به فينشأ عن تفرغ الذهن واعمال الفكرة في اشغال الصناعة اتقانها وكمالها وعدم استغراقها من الزمن مدة طويلة

وبهذه الطريقة تتقدم الفنون بالسرعة و يكثر الشغل مع الاتقان لكن في الفبريقات والمعامل التي ليست كسوق الفواكه الذي هو اشبه شيء بصرح بابل في تبلبل الالسن وتنافر الاصوات

ولم ار أعجب فى هذا المعنى مما وجدته فى معامل الصناعة بانكلترة فانى دخلت جميع معاملها الاهلية وترساناتها الملكية وعماراتها البحرية العسكرية والتجارية فوجدت الصنايعية بها على غاية من الهدء والصمت ورايتهم مستفرغين بالكلية لاشغالهم حتى انهم لا يلتفتون الى من يزورهم ولهذا الصمت فائدتان الوفر فى الفنون الداخلية والنصرة فى الفنون العسكرية

وذلك أن الجيوش التى تتعلم مع غاية الهدء والصمت تصغى كل الاصغاء لنداء التعليم وتلازم الهدء فى جميع حركاتها وتكون رئيسة نفسها وثمرة ذلك تظهر اتم الظهور فى الحروب البحرية فان القتال فى السفن هو اكبر الصناعة واعظمها لانه يلزم لادارة السفينة فى البحر وتشغيلها وقت هبوب عواصف الرياح واهوال البحر واخطاره جملة من العمليات الميكانيكية الدقيقة الصعبة وكذلك اذا احتاجت لاصلاح ما عرض لها من الخلل وقت اطلاق نار العدو عليها فانها تحتاج لهذه العمليات ولا يمكن اجرآء مثل هذه الاشغال مع السرعة والانتظام الا بواسطة الصمت والهدء ولا مانع من ذكر وقائع بحرية انتصر فيها من الامم من هو اشد صمتا من غيره بملازمته للصمت و بما سلكه من الطرق التى حافظ عليها فى خلال الاخطار ومكابدة الاهوال

وكثير من الملل من هو متعود بالطبع على الصمت اكثر من غيره كامم الاقطار الباردة من الولايات الشمالية فتجد اهالى جنوب فرانسا اكثر كلاما من سكان المركز كما أن سكان المركز اكثر كلاما من سكان الشمال

واهل فلندرة الفرنساوية يتحصل الصمت عندهم بأدنى اشارة وكذلك النورمندية و البروتونية الا انه لابد فى تحصيله عندهم من نوع تعب ومشقة بخلاف الغسقونية والنغودوسية فلا ينال الانسان منهم السكوت والصمت الا اذا كان بمكان من التحيل والمهارة العجيبة واما اهل اقليم برونسة فنجاح الحيلة فى اسكاتهم يعد من المعجزات وقد عاينت ذلك بنفسى فى الشغالة العسكرية الذين وجدتهم فى شمال فرانسا وجنوبها

هذا والذى اقوله انه لا يسعنى أن امنع الغناء فى الفبريقات والاشغال كما منعت

فيها كثرة اللغط والكلام

وذلك لان ما أسلفناه من الوزن والقياس يسهل على الانسان مشقة الشغل ويخفف عليه ثقل الحرب وصعوبة السير وشاهد ذلك أن العسكري اذا مشى على حركات صوت الطرمبيطة او الموسيقى سهلت عليه الطريق واذا كان في الحرب وسمع صوت الآلات الحربية ازدادت حميته وقوى نشاطه وهمته وكذلك الحراث الذي يحرث الارض بجراثه تسهل عليه صعوبة اشغاله اذا مشى على حركات غنائه واوزان ترنماته والملاح يسلى اصحابه من الملاحين بالغناء فتذهب عنهم السآمة بسماع غنائه وبه تسهل عليه اشغاله البحرية وكذلك الصانع الميكانيكي فانه بالغناء والترنم يحاول اخفاء مشقة الحركات المتتالية المستمرة التي تستدعيها صنعته فالالحان ولو كانت خشنية قبيحة الترنم جدا تورث اقرب الحواس من مركز الاحساس رياضة تستميل العقل وتجذب حركات النفس الى الآلة التي عليها مدار شغل الصانع حتى تكون عظامه وجوارحه في ذلك الشغل بمثابة عتلات وحبال لانهاية لها ينتج عن عمله محصولات واحدة وكل شغل يستدعي اجتماع عدة شغالة فلا بد أن يغني فيه احدهم بغناء موزون يسمعه الباقي حتى تزداد قواهم وهممهم ويوفوا بشغلهم مع السرعة بدون سآمة ومن هنا كان مدار اشغال الفنون والصنايع على الموسيقى حتى ان القدماء الذين كانوا يبينون حقائق الاشياء باشارات وعلامات تدل عليها قالوا ان الاحجار التي كان يبنى بها سور مدينة طيوة كانت ترفع وتوضع في محلها عند ترنم انفيون بالاغاني والالحان حيث كانت مطربات صوته الحسن تسهل في هذه العمارة الكبيرة على الشغالة ما كانوا يكابدونه من المشقة ومعاناة العمل

ولما بينا تأثير الكلام وتقدماته الناشئة عن استكمال حاسة السمع ناسب أن نردف ذلك بالكلام على التقدمات الحاصلة عن الغناء والموسيقى وبيان تأثيرهما في طبيعة الشغالة وطبائع الامم فنقول

ان القدماء كانوا يقصدون بتعليم اولادهم فن الموسيقى تهذيب اخلاقهم التي ربما كانت تكتسب الخشونة واليبس من رياضاتهم البدنية الشديدة

فكانت الموسيقى احد اصول التمدن عندهم لما انها اخذت فى الظهور على الحيوانات المهولة وذللتها بنغمات عود اورفة ثم هذبت اخلاق اوائل سكان احدى ولايات الدنيا العظيمة وسهلت عليهم اشغالهم وزادت مسارهم وحظوظهم وبواسطة العود المذكور تطبقت عليها اشعارهم بالتلحين وحسن التوقيع وصارت بها اعيادهم ومواسمهم تأخذ بالالباب وتبدى من انواع خالص الطرب العجب العجاب

هذا ولا مانع أن الامة الفرنساوية لو حاولت هذا الفن ومارسته حتى بلغت فيه ولو درجة متوسطة لم يكن هنالك من الامم المتمدنة من يضاهيها فى تقدماتها فى ذلك او يدانيها فى سلوك تلك المسالك وليس عدم التفاتهم الى الموسيقى قصورا منهم اذ فيهم من ارباب الفنون والصنايع الماهرين من يطربهم بحسن انغامه وانشاده عليهم اشعار النسيب وما فى معناها ومنهم من يشرحيتهم بأشعار الحماسة ونحوها وفيهم من يتأثر طربا بسماع الاغانى والالحان واول من أدخل عندهم فن الموسيقى هو شرلمانيا وبعد ذلك بقرنين لما اجتمع الفرنساوية والنورمندية وأرادوا التغلب على انكلترة ساروا الى قتال العدو فى الغزوة التى انتصروا فيها على الانكليز واناشيد الحماسة تقودهم حيث كانت تنشد أمامهم قصيدة رولاند كما كان عليه اسلافهم الاقدمون ولم تزل ذرية هؤلاء الابطال تحذو حذوهم فى جميع الوقايع الشهيرة التى حصلت فى الازمان المخلدة الذكر حيث وقع ذلك منهم واغانى النصرة واشعار الحماسة تنشد بين ايديهم

وبما ذكرناه لا ينبغى أن يظن بالفرنساوية أن عدم قبولهم لمثل تلك الموهبة الالهية لاختلال فى بعض حواسهم بحيث تكون لا قابلية فيها لسماع الاصوات الخالصة من الموسيقى المحكمة ولا لاسماعها لغيرهم اذ التجربة تقضى ببطلان هذا الظن حيث انه يشاهد الآن انه يخرج من فرانسا عدة مغنيات ومغنين يميلون بالطبع الى ما هو جار فى عصرنا هذا من اعتقادات الصبيان واوهامهم وليس عليهم فى الوصول الى درجة الاسطوات الماهرين بالبلاد

التى

التى وراء الجبال الآن يلحقوا بأواخر اسمائهم احد حروف ثلاثة من حروف لغتهم المتحركة وهى آ و أو و اى والاخير اكثرها استعمالا فى ذلك

فلو كان يمكن منع الاطفال الفرنساوية من مبدء صغرهم عن سماع الاصوات المختلة حتى يرتب لهم معلمون يعلمونهم فن الموسيقى لغنوا على طبق اصول ذلك الفن بدون احتياج الى كبير ممارسة لكنهم من حين ولادتهم تلاعبهم داداتهم والمراضع ويغنين لهم باصوات واهوية تمجها اسماع الكبار وتتضرر منها كل الاضرار فكيف بالرضعاء الغضة اجسامهم اللينة اعضاؤهم بل قد يسمعون فى كنائس مدن فرانسا وحاراتها بل وفى تياتراتها من هو كالمراضع والدادات فى قبح الصوت ورداءة النغمة

واما بلاد ايطاليا فالامر فيها بالعكس فان الاطفال من حين ولادتهم لا يسمعون الا اصواتا لطيفة رقيقة تطبع فى آذانهم حسن نغمة لسان كله موسيقى فلا يسمعون فى الحارات والهياكل والتياترات الا اصواتا خالصة متناسبة فبذلك تتربى فيهم حاسة السمع من نفسها بخلاف الاطفال الفرنساوية فيلزم لذلك فيهم أن ينسوا ما سمعوه حال صغرهم اولا من الاصوات المختلة ويمحوا من حافظتهم جميع ما انطبع فيهم من آثارها

ويلاحظ فى هذا المعنى ايضا أن استكمال القوى البشرية متوارث وليس هذا مقصورا على النوع البشرى بل هو عام فى سائر الحيوانات فقد ثبت عند الصيادين منذ مدة طويلة أن الكلاب الصغيرة المتعودة على الصيد اكثر صلاحية من غيرها من الكلاب الصغيرة التى لم تتعود على الصيد ولا تتبع المصيد وجلبه وكذلك صغار الحيوانات الوحشية تكون مثل كبارها فى التوحش فلو أخذت من مبدء صغرها وتربت مع حيوانات صغيرة من نوع الحيوانات الوحشية الا أن اصولها كانت قد تربت فى التأنس حتى صارت اهلية لتطبعت بطباع مختلطة بين الوحشية والاهلية لا توجد فى الحيوانات التى تربت معها فكذلك الاطفال المتناسلة من امة لم تتعود على الغناء الابيرا يكونون فى هذا الفن على اقل قليل من الضبط والسهولة

فهذا هو السبب فى كون الفرنساوية لا يمكنهم أن يغنوا مجتمعين او منفردين
الا اذا مارسوا هذا الفن بالتعلم مدة طويلة بخلاف الايطالية والنمساوية
فان عامتهم يعرفون ذلك حق المعرفة بدون احتياج الى موقف والذى أراه أن
هذا العيب الذى يخص بالامة الفرنساوية بالنسبة لغيرها من الامم يمكن
ازالته فى اقرب وقت وذلك بمنع الآلاتية النقالة عن الضرب الا بآلات
مضبوطة حتى يمكن بواسطة بعض دروس أن يحصل ولو من العميان على شئ
من الضبط والانتظام فى فن الموسيقى الذى هو اقوى مايؤثر فى الاسماع المدركة
للالحان ولا عبرة بمن لا يعرف من اول وهلة منفعة هذه الاهتمامات واهميتها
كيف وهى مما تكسب الاخلاق حسنا ولطافة وتورثها بهجة وظرافة ويردبها
ارباب الفنون والصنائع فى الحظ موارد رائقة وتذهب بهم من انبساط النفس
الى مناهل عذبة سائغة تجامع رقة طباع ارباب الرغبة وتمازج لطف اهل
المودة والمحبة فما أحق من لا يدرك منفعة هذا التغيير وطيب ثمرته وما اجهل
من لا يشعر بعظيم اهميته وحسن فائدته

ولنختم الكلام فيما يخص الذوق بالنسبة لفن الموسيقى عند الامم المتبربرة
والامم المتمدنة ببيان ما ثبت لهذا الفن من التقدم الشبيه بما اسلفناه فى شأن
الاشكال والالوان فنقول

انه لاجل الكلام على حاسة السمع عند الامم المتبربرة وتشغيل قواهم الخشنية
نقول انه يلزم لهم اصوات مزعجة وغاغاء مهولة كصوت الصنج عند العثمانية
وهو المعروف بالنقارية وصوت الطبل المعروف بالبلدى عند اهل افريقة
فترى الخشنى منهم عند سماع اصوات هذه الطبول المزعجة ينقض على
العدو عند الهزيمة ويذبحه ويأخذ جثته ليهديها الى حاكمهم المطلق
التصرف فيحملها اليه مع الشمم والتعاظم فيقبلها منه احسن القبول واما
الامم التى على شطر من التمدن فان الشعر وبعض الفنون المستظرفة عندها
يحدثان فى الشخص تأثرا وانفعالا بالاصوات التى لم تبلغ نهاية الخشونة
والتنافر أما ترى أن مزمار القربة عند الكاليدونية ومزمار البرونسية

الذى

الذي ليس له الا ثلاثة ثقوب وطبل الباسكية هو ما اختاره هؤلاء الامم من الآلات وكذلك نوبة موميس فانها وان كانت اقل تأثيرا واخفض صوتا الا انها مألوفة مرغوبة فقد كانوا يصحبونها بمن ينشد عليها المدائح من شعراء المدح ويحملون على جيوش الاعداء حملة منكرة بدون مبالاة ولا تدبر وفي اليوم الثاني حين يدعو الغالبون المغلوبين الى حضور موسم النصرة لا تجد عندهم الا هذه النوبة فهي التي عليها المدار في مواد افراح النصرة من الرقص والسباق والغناء والالعاب التورنوازية هكذا كانت اذواق اهل القرون الوسطى وحظوظهم

واما الامم الكاملة التمدن التي كان فيها الانسان من مبدء صغره يتعوّد على صرف حياته فيما يقتضيه حب الوطن فلم تكن كذلك بل كان دابها ملازمة الصمت وسكون الشجعان فلم يكن لجيوشهم القوية الملازمة للسكون طبق الاصول الا حركة الفكر والتدبير لا حركة الحمية الغضبية وكانوا يتوّجون بالازهار كل من طلب من العساكر حيازة الفخر ولو بالموت وكانوا يقرّبون القرابين العديدة للموز (وهم عند القدماء آلهة الآداب وكانوا تسعة) وكذلك للغراس (وهن صواحبات الزهرة ويعنون بهن محاسن الحياة) ويشهرون على العدوّ أسلحتهم المجزوم بنصرتها وتتويجها بشجر الغار فكانوا لاجل منع الخشونة أن تفضى بهم الى الحمية والاختلال يسيرون الى القتال على نغم الآلات المطربة وهكذا شأن الابطال اذا أرادوا الظفر بالعدوّ يبذلون وسعهم حتى لا تغلب عليهم الحمية واضطراب الحواس ففي واقعة ترموبولاس (التي كانت بين اليونان والعجم) سلك ليونيداس (ملك اسبرطة) واصحابه وكانوا ثلثمائة رجل من ذلك مسلكا به استحقوا بقاء الشهرة وتخليد الذكر قبل أن يتحقق لهم ذلك بالفعل ويتركوا للناس بعدهم ما يجب أن يتأسى به على مدى الايام في صفتي الشجاعة وحسن الاخلاق الناشئتين عن التربية التي بها تكمل العقول وتتقوى القلوب وتتكامل جميع الحواس و بما أبديناه في هذين الدرسين من الادلة الناقصة يتبين لك ما ينشأ عن الاهتمام

الذى به يقل نقصان الحواس و يضمحل بالتدريج ضعفها من التعلم واكتساب المعارف عند جميع افراد الناس على اختلاف درجاتهم و يتبين ايضا انه بواسطة هذا التعلم المنتظم يمكن الزيادة فى اصلاح الجسم والعقل واستكمالهما معا
وكلما تقدمنا فى تكميل الآلات التى تنوب عن ضعف اعضائنا وعدم استكمالها استكشفنا استكشافات جديدة واتسعت عندنا دائرة المعارف البشرية
وكذلك كلما كملت الحواس التى هى آلات طبيعية للعقل اتسعت دائرة الامور الخارجية التى يمكن للعقل ادراكها والوصول اليها وكلما ارتقت الحواس درجة فى الاستكمال ثبت نظيرها للاعمال العقلية و بذلك تكون سلطنة العقل مؤسسة على قواعد صحيحة ودعائم متينة
ومن هنا يمكن لكل انسان أن يرقى فى المعارف الى أعلى درجة وكذلك كل امة يمكنها أن تتقدم فى الصناعة تقدما عظيما وتتسع عندها دائرة التمدن وان تكون فى اول درجة بين الملل المقتدى بها فى شرف النوع الانسانى وفخاره
فهذه هى الدرجة التى ينبغى أن تكون جميع مجهوداتنا وسائر رغباتنا مبذولة فى تحصيلها لبلادنا وابناء ملتنا * ولا ينبغى أن يكون ما عليه هذا الغرض من فرط العظم و بعد المنال مرهبا لضعفنا ومانعا لنا عن التشبث بتحصيله فان كل من جد وجد و بقدر اجتهاد المرء وقابليته * يحوز من ذلك الغرض على حسب طاقته * فلنجمع لاجله مجهوداتنا * ونضم لنيله رغباتنا * ولاجل الاستمرار وعدم التثبيط * نجانب فى النجاح التردد والقنوط

(الدرس الثالث)

(فى الكلام على قوى الانسان الطبيعية)

لا يمكن للانسان أن يستعمل قواه الطبيعية فى غرض من الاغراض الا فى مدة قصيرة من الزمن فهو محتاج لتعويض ما فقده منها بالشرب والاكل والنوم و بالاستراحة حال اليقظة واغلب الناس لا يعوض ما فقد من قواه بالنوم الامرة واحدة فى كل اربع وعشرين ساعة أعنى مدة الليل كاهل الارياف وكثير من ارباب الصنائع واولاد البلد المقيمين بالمدن الكبيرة واما اكابر

الناس

الناس فيعدون الجزء الاول من الليل للسهر وصرف القوى فى المسامرات والحظوظ لافى الشغل بل فى زمن الصيف تجد كثيرا من ارباب البطالة لاينام الافى النهار فقط

وفى بلاد الافرنج كثير من الشغالة تجبرهم حرفهم وصنائعهم على الاشتغال فى الليل دون النهار كأرباب الصنائع الدنيئة التى يخل ذكرها بالأدب فانهم لاجل الطمأنينة والامن على أنفسهم لايشتغلون بها الا فى الليل طلبا للستر

ولايخفى أن الاشغال الليلية لاتلايم الصحة كالاشغال النهارية لان ضوء الشمس مما ينعش الشغال و يقويه

وفى البلاد الحارة كجنوب ايطاليا واسبانيا والبورتغال يضطر الشغالة فى مدة الصيف الى ترك العمل وقت الظهيرة عند اشتداد الحر ولايستغنون حينئذ عن النوم وهو مايسمى بالقيلولة و بعد هذا النوم القصير بالنسبة لنوم الليل يعودون الى العمل باجتهاد وهمة جديدة

ثم ان الانسان فى الاوقات التى اعدها للعمل تارة يلزمه ان يعمل عملا وقتيا كبيرا فى مدة قصيرة منها وتارة يلزمه ادمان العمل فى جميعها

واقل الاعمال كلفة على الانسان هو مشيه بدون أن يحمل شيأ غير جسمه

واذا سار الانسان السير المعتاد قطع فى الساعة الواحدة المسافة التى كان يعتبرها الاقدمون وحدة قياس لتقويم المسافات السفرية وهى الفرسخ لكن ممايستبعده العقل كون الفرسخ عندهم كان على اثنى عشر نوعا مختلفة أقصرها فرسخ البريد اى البوسطة فانه من الطول على ٢٠٠٠ توازة اى ١٢٠٠٠ قدم وهو تقريبا ٤٠٠٠ متر اى ٤ كيلومترات فاذن الكيلومتر ربع فرسخ من فراسخ البريد ثم الفرسخ الذى تعادل الدرجة منه ٢٥ فرسخا معتادا اى ٤ $\frac{1}{2}$ كيلومتر ثم الفرسخ البحرى الذى تعادل الدرجة منه ٢٠ فرسخا معتادا وهو يساوى ٥ $\frac{1}{2}$ كيلومتر

وفى عدة اقاليم من اقاليم فرانسا يطلقون الفرسخ على المسافة التى يقطعها المسافر الراجل المسرع فى السير الذى لا يحمل شيأ فى ساعة واحدة وهو دائما يزيد على فرسخ البريد واقل ما تبلغ زيادته النصف فعلى ذلك يقطع المسافر الجاد فى السير فى الساعة الواحدة ٦ كيلومترات اذا كانت طريقه مستقيمة فتكون مسافة سيره فى الدقيقة الواحدة ١٠٠ متر ومقدار الخطوة فى الطريق المذكورة ٨ ديسيمترات فعلى ذلك يقطع المسافر فى الدقيقة الواحدة ١٢٥ خطوة وفى الساعة ٧٥٠٠ خطوة فيمكن للمسافر أن يسير فى كل يوم ثمانى ساعات ونصف ساعة بدون أن يضر بصحته ولا بقواه

وقد دلت التجربة على ان المسافة المتوسطة التى يقطعها المسافر فى اليوم الواحد بدون تعب ولا مشقة تبلغ ٥١ كيلومترا

وزنة المسافر المتوسط مع ملبوساته المعتادة تبلغ ٧٠ كيلوغراما ففى اليوم الواحد ينقل المسافر ما يعادل ٧٠ كيلوغراما فى مسافة تساوى ٥١ كيلومترا او ينقل ٣٥٧٠ كيلوغراما فى مسافة كيلومتر واحد

وليس جميع الناس فى السير على حد سواء فان أهل الارياف وسكان المدن الكبيرة اشد فى السير من غيرهم لانهم متعودون على قطع المسافات الطويلة دون غيرهم

وللتربية دخل عظيم فى التمرن على السير كما سنذكره فى الكلام على العساكر الرومانية

وذلك أن تعود الرجال على المشى معدود من الاصول الجهادية التى يترتب عليها النجاح والظفر كما يشير الى ذلك مارشال دوسكس بقوله ان فن الحرب فى السيقان وغرضه من هذه العبارة بيان أن المشى له تأثير فى العمليات العسكرية فلذا كانت قوانين الجهادية تعتنى اتم الاعتناء بتعيين طول الخطوة وسرعتها ثم تبين المسافة اليومية

فالخطوة عند الجهادية اربعة انواع العادية والسريعة والسفرية وخطوة

الهجوم

الهجوم * فالعادية هى ابطء الجميع فان العسكرى لايقطع منها فى الدقيقة الواحدة الا ٧٦ خطوة و طولها ٦٥ سنتيمترا ومثلها فى الطول السريعة ويقطع منها العسكرى فى الدقيقة مائة خطوة والسفرية دونها فى السرعة بيسير واما خطوة الهجوم فهى قريبة من خطوة المسافر الراجل الذى يقطع فى الدقيقة الواحدة ١٢٥ خطوة وينتج من ذلك امور أحدها أن الجيش اذا سار بالخطوة العادية لايقطع فى الساعة الواحدة ٣ كيلومترات كاملة (بل يقطع ٢٩٦٤ مترا) * ثانيها انه اذا سار بالخطوة السريعة يقطع فى الساعة الواحدة ٤ كيلومترات تقريبا ثالثها انه اذا سار بخطوة الهجوم يقطع فى الساعة الواحدة ٦ كيلومترات تقريبا

و بين العساكر الانكليزية والعساكر الفرنساوية تفاوت عظيم فى النوعين الاولين فان العسكرى من عساكر الانكليز يسير بالخطوة العادية فى الساعة الواحدة مايزيد على نصف كيلومتر وبالخطوة السريعة مايزيد على كيلومتر بخلاف العسكرى الفرنساوى فانه دونه فى ذلك ويسير الانكليزى ايضا بخطوة الهجوم فى الساعة الواحدة ٥ $\frac{1}{2}$ كيلومترات ولكن فى صورة ما اذا اقتضى الحال أن العسكرى يسير على هوى نفسه بحيث يكون فى سيره حرا غير مكلف يفوق الفرنساوى الانكليزى كما يفوقه ايضا فى التجلد على ادمان السير والمواظبة عليه فى صورة ما اذا كان مكلفا بنوع مخصوص ومنشأ ذلك عدم تعود الانكليزى على السير راجلا

وقد كان الرومانيون الذين كان معظم اشغالهم الحرب والقتال يرون أن استيلاءهم على الدنيا بتمامها متوقف على تعويد عساكرهم على ما ليس عند غيرهم من القوة والسرعة فى السير فادركوا بذلك من الاغراض العظيمة ما تستبعده العقول الآن ولا يكاد يصدقه انسان وقد ذكر المؤلف ويجس فى كتابه الذى ألفه فى الخدمة العسكرية الرومانية أن العسكرى من عساكر الرومانيين كان فى مدة التعليم يقطع عادة فى ظرف خمس ساعات مسافة ٢٠

فرسخا فصاعدا الى ٢٤ مع حمله من الاثقال مايساوى تقريبا ٢٩ كيلوغراما اى ٦٠ رطلا افرنجيا وذلك بالنسبة الى العشرين فرسخا التى هى ثلاثون كيلومترا يساوى كمية ٨٧٠ كيلوغراما تنقل الى مسافة كيلومتر واحد وبالنسبة الى الاربعة والعشرين فرسخا يساوى كمية ١٠٤٤ كيلوغراما تنقل ايضا الى مسافة كيلومتر واحد

ففى الصورة الاولى كان العسكرى من الرومانيين مع حمله لهذا الثقل العظيم يقطع ٣٠ كيلومترا فى خمس ساعات اى انه كان يقطع فى الساعة الواحدة ٦ كيلومترات وذلك يزيد كيلومترا على سير العسكرى الانكليزى بالخطوة السريعة

وفى الصورة الثانية كان مع حمله للثقل المذكور يقطع ٣٦ كيلومترا فى خمس ساعات اى انه كان يقطع فى الساعة الواحدة ٧ كيلومترات وخمس كيلومتر بمعنى انه كان يقطع فى الساعة الواحدة مايسمى الآن بالبوسطة اى البريد

وعليه فالعسكرى من الرومانيين بالنسبة لسيره وحمله الثقل المتقدم يضاهى تقريبا سرعة سير عربات السياحين التى تسير فى طرق فرانسا المختلفة وعما ينبغى التنبيه عليه أن الذين كانوا يسيرون هذا السير السريع من الرومانيين كانوا جيوشا كاملة لا اناسا متفرقين كل على حدته

ويمكن أن نعرف بالسهولة المنافع التى عادت على الرومانيين من هذه السرعة العظيمة التى اكتسبتها عساكرهم فى السير ولولا خشية المعارضة لقلت ان طائفة المشاة المؤلفة من مثل هؤلاء العساكر هى كطائفة الخيالة الحقيقية لوجود سرعتها المتوسطة فيها فمن ثم ترى فى تاريخ قيصر (رئيس جمهورية الرومانيين) أن جيوشه كانت تجول فى بلاد الغلية من جهة الى اخرى مع السرعة الشديدة وتقابل اعداء كثيرين وتفاجئهم بالاغارة وكانت فى أغلب الاحوال تظفر بهم بسبب هذه السرعة

ولم يتفق

ولم يتفق لاحد من رؤساء العسكرية فى الاعصار المتأخرة انه آلزم جيشه بالاسراع فى السيرا كثر مما عينته فى ذلك اصول الجهادية مما يلايم حفظ قوى الانسان ولا يضر بصحته وقد اقتضى الحال غير مرة أن الجيوش الفرنساوية فى الحروب الاخيرة أبدت فى سيرها العجب العجاب من حيث السرعة وطول المسافة الا انهم لعدم اعتنائهم بشأن المؤونة والنوم والنعال والملابس العسكرية عاد ذلك عليهم بالضرر فانهم مع نصرتهم على العدو هلك منهم اكثر مما هلك من المغلوبين

ويؤخذ مما ذكرناه من التفاصيل اليسيرة انه يرجى تكميل السير العسكرى بحيث يبلغ درجة الكمال فانه لامانع من تجديد غرائب الرومانيين فى هذا المعنى اوما قارب ذلك بقدر الامكان حسبما تقتضيه احوال الاعصار المتأخرة من الرفاهية وحسن التربية فى انتظام الجيوش

وذلك انالو قابلنا الآن سير العساكر الرومانية بسير اقوياء الشغالين من أهل عصرنا كالعتالين والخرجية الطوافة ولم نقتصر فى ذلك على اعتبار مجرد السير الى مسافة بعيدة غير ملتفتين الى مامعهم من الاثقال المحمولة بل لاحظناهما جميعا كان حاصل ضرب الثقل فى المسافة المقطوعة هو عين النتيجة النافعة المطلوبة للحامل

وقد بحث المهندس الشهير كلمب صاحب المعارف الوافرة الذى ابدى فيما يتعلق بالقوى البشرية عدة ابحاث مفيدة سيما فى الكلام عليها تفصيلا فلم يجد فى الحمالين من ينقل من بيت الى آخر مسافة ما بينهما كيلومتران احمالا زنة كل حمل منها ٥٨ كيلوغراما اكثر من ست مرات فى اليوم الواحد

وهذه المسافة التى يقطعها الحمال ست مرات فى اليوم عبارة عن نقل ٥٨ كيلوغراما ست مرات الى مسافة تبلغ كيلومترين او نقل ٦٩٦ كيلوغراما الى مسافة كيلومتر واحد

فاذا فرضنا الآن ان العسكرى الرومانى كان مجبورا على أن يعمل فى سيره

عمل الجمال قلنا انه لا ينقل فى الواقع ونفس الامر الا نصف ما ينقله الجمال ولا يمكنه أن يرجع ماشيا على قدميه لنقل حمل آخر من مسافة كيلومترين الى اخرى مثلها وانما كان يحمل ما يساوى ١٠٤٤ كيلوغراما فى مرّة واحدة الى مسافة كيلومتر واحد بخلاف الجمال فانه لا يحمل الا ٦٩٦ كيلوغراما وعليه فالعسكرى من الرومانيين كان يسير فى ظرف خمس ساعات مسافة كيلومترين ثمانى عشرة مرّة فى مقابلة ما يقطعه الجمال فى اليوم بتمامه اثنتى عشرة مرّة نصفها بالحمل ونصفها بدونه

وقد رأى كلب بمقتضى ابحاثه أن الخردجى الذى يطوف ببضاعته فى طرق فرانسا يمكنه حمل ٤٤ كيلوغراما ونقلها الى مسافة ٢٠ كيلومترا يعنى انه ينقل ٨٨٠ كيلوغراما الى مسافة كيلومتر واحد وذلك أقل من عمل العسكرى الرومانى الذى يقطع مسافة ٣٦ كيلومترا مع حمل زنته ٢٩ كيلوغراما واكثر من عمل الحمال

فاذا أضفنا الى عمل الحمالين حاصل ضرب ثقل اجسامهم فى المسافة المقطوعة وجدنا مقدار المادّة المنقولة فى اليوم الواحد يعادل كيلومترا واحدا اى مسافة ربع ساعة تقريبا

فالمسافة بالنسبة للفرنساوى السائر بدون ثقل = ٣٥٧٠ كيلومترا

وبالنسبة للعسكرى الرومانى الحامل لثقل زنته ٢٩ كيلوغراما = ٢٩٧٠

وبالنسبة للخردجى الحامل لثقل زنته ٤٤ كيلوغراما = ٢٢٨٠

وبالنسبة للعتال الحامل ٥٨ كيلوغراما = ٢٣٧٦

فترى فى النتائج الثلاث الاول أن مقدار عمل الانسان ينقص بزيادة الحمل فحينئذ لا تكون كمية العمل اليومية ثابتة على حالة واحدة وفاقا لما قاله دانيال برنولى احد مشاهير علماء الهندسة والطبيعة

واول من عرف التفاوت الذى يوجد فى مقدار العمل مدّة اليوم بتمامه هو الشهير كلب واستنبط ذلك من استعمال قوة الانسان مدّة يوم كامل على الوجه والسرعة اللذين بهما تنتهى تلك القوة

ثم انه من الآن فصاعدا ينبغى مزيد الاهتمام بالملاحظة والبحث عن كل مادّة تعود بالنفع التام على اشغال الفنون الميكانيكية فيجب على رئيس المعامل وناظر الورش والفبريقات أن يسعى فى تحصيل مالابدّ منه للشغالة مع المحافظة على القوى حسب الامكان فيلزمه أن يعرف حق المعرفة من الوسايط ما يترتب عليه فى جميع الاحوال نتيجة عظيمة لا تحتاج الى صرف كثير من القوى

ولنرجع الى الكلام على نقل الاثقال فوق ظهور الرجال والسير بها على طريق افقية اى على ارض مستوية فنقول

قد أثبت كلمب بما أبداه من المحوظات هذه القاعدة الآتية وهى انه متى جعلت كمية السير الواقع من الانسان الذى لا يحمل شيأ قاعدة فالاثقال التى يحملها تكون مناسبة لما يفقد من تلك الكمية عند سيره وهو حامل للاثقال المذكورة

فاذا فرضنا أن الحمال لا يسير الا حاملا دائما كالخردجى الذى يطوف الطرق الكبيرة كانت زنة الحمل المعادل لكمية العمل اليومية على ما أثبته كلمب ٥٠ ر ٤ كيلوغرامات وكانت المسافة التى يقطعها وهو حامل لهذا الحمل تزيد على ١٨ كيلومترا وعليه فأقصى ماتبلغه قوته اليومية يعادل ٩١٩ كيلوغراما تنقل الى مسافة كيلومتر واحد

ومن المعلوم أن هذه النتائج لا تفاوت بينها وبين النتائج التى اثبتها ارباب الصنائع للخردجية الطوافة الا بمقدار يسير وذلك أن احمالهم لا تنقص عن الحمل المعتاد الا بمقدار $\frac{1}{7}$ وكذلك النتيجة النافعة التى يبديها هؤلاء الخردجية لا تنقص عن اعظم نتائج الحمالين الا بمقدار $\frac{1}{22}$ ولعل هذا الجزء الناقص الذى هو $\frac{1}{22}$ انما نقصه الخردجية قصدا لتنقص يومية عملهم جزأ يسيرا لا تعجزوا هم عن تأديته لانه بهذه الطريقة يمكن للانسان اذا ضعفت قوته فى بعض الايام عن العادة أن يتم سيره المعتاد مع حمله المعتاد بدون أن يفقد جميع قوته

وهذا من خواص النتائج الكبيرة والصغيرة التي يمكن بها تغيير مقدار المواد التي تتركب هي منها بدون أن تتغير النتيجة المطلوبة كما ذكرناه فمن المهم لأرباب الصناعة معرفة الخواص التي يترتب عليها اعظم النتائج فان الابتداء بمثل تلك الخواص المنتجة لهذه النتيجة العظمى يعطينا سعة وفسحة عظيمة بحيث يكون في وسعنا تغيير المواد الاصلية بدون أن يحصل في النتيجة تغير الا بقدر معلوم

ولك أن تثبت هذه المسئلة المستنبطة من مثال الحمال بوجه اخر بأن تفرض أن هذا الحمال يجد من نفسه الحاجة او الميل الى حمل ثقل اثقل من حمله المعتاد لكن مع صغر المسافة فعوضا عن كونه مثلا يحمل حملا قدره ٤٤ كيلوغراما يحمل حملا قدره ٦ ,٥٣ كيلوغراما وهو يزيد على الحمل الكبير المعتاد بمقدار $\frac{١}{١٨}$ فيجد حينئذ نتيجة نافعة تساوى $\frac{١}{٤}$ ٩١٦ كيلوغراما فهي اذن لا تنقص عن النتيجة الكبرى ولا بقدر $\frac{١}{٣٣٤}$

وهذه الخاصية المهمة الثابتة لتلك النتائج الكبيرة والصغيرة انما يعرفها حق المعرفة من له رسوخ قدم وفرط مهارة في حسابات التفاضل والحسابات البالغة مقادير كاملة واما من كان في معرفة تلك الحسابات على درجة لا تكفي في الوقوف على حقيقة هذه الخاصية فينبغي له أن يتلقاها بالقبول و يأخذها قضية مسلمة وانما نهتم ببيان أهميتها وتوضيح حقيقتها بعدة أمثلة متنوعة فنقول

اى مانع من العدول عن فرض ان الحمال لا يسير الا حاملا الى تقسيم يومه الى ذهاب واياب يكون فيهما على الدوام حاملا وغير حامل فيتغير بذلك موضوع المسئلة فاذن لا تكون النتائج واحدة في صورة ما اذا أريد معرفة النهاية الكبرى التي يحدثها الانسان باستعمال قواه مدة يومه ويكون الحمل الذي يحمله الحمال مساويا ٢٥ ,٦١ كيلوغرام وهذا في النتيجة الكبرى عبارة عن ٤ ,٦٩١ كيلوغرام منقولة الى مسافة كيلومتر واحد

وقد

وقد شاهدنا أن الحمال الذى لا يعمل الا بموجب قوانين الصناعة انما يرغب فى حمل متوسط يبلغ ٥٨ كيلوغراما وهذا الحمل لا تفاوت بينه و بين الحمل المعتاد الا بمقدار $\frac{١}{٩}$ لكن مقتضى ماذهب اليه كلب أن كمية العمل الكلية لا تفاوت بينها و بين النتيجة الكبرى الا بمقدار $\frac{١}{٤٩٠}$ وذلك مما يؤيد أن النتيجة سواء كانت كبيرة اوصغيرة تثبت لها خاصية التفاوت اليسير جدا بينها و بين اصولها المتركبة هى منها مالم تتجاوز تلك الاصول بعض حدودها

وحيث تكلمنا على صورة مالو فرض أن الانسان يسير فى طريق افقية حاملا او غير حامل وجب ان نتبع ذلك بالكلام على كمية العمل التى يحدثها فى صورة ما اذا سار فى طريق منحدرة اوصعد على نحو سلالم مبتدئين بالصورة الاخيرة من هاتين الصورتين فنقول

ان المهندس كلب الذى لانزال نستمد منه كثيرا من المعارف التى تصلح أن تكون قاعدة لهذا الدرس حدد على الوجه الآتى كمية العمل التى يحدثها الانسان حال صعوده على السلالم بدون أن يحمل شيأ فجعل مقدار الارتفاع الذى يصعده فى الدقيقة الواحدة على سلالم لا يزيد ارتفاعها الكلى على ٣٠ مترا ١٤ مترا

فاذا قلنا ان الحمل المتوسط يعادل ٧٠ كيلوغراما مكررة اربع عشرة مرة ومرفوعة الى مسافة متر واحد دل ذلك على كمية العمل التى يحدثها الحامل حال صعوده على سلالم الخرنجية فى ظرف دقيقة واحدة فاذا قلنا ايضا انه يمكنه المداومة على هذا العمل مدة اربع ساعات من الاربع والعشرين ساعة كان قياس كمية عمله اليومية ٢٣٥٠٠٠ كيلوغرام مرفوعة الى متر واحد من الارتفاع وهذا التحديد الذى ذكره المهندس المذكور انما هو بمثابة نتيجة فرضية بسيطة وسيأتى لك فى النتائج التى يمكن نظمها فى سلك النتائج الصحيحة المتعلقة بقوى الانسان ما حررناه فى هذا المعنى من الحسابات التى تجبر ما فى ذلك من الخلل باصلاحه وتحريره

وحيث لم نجد أدلة كاملة فى شأن الحمالين الذين يصعدون السلالم لزم أن نبحث

عما يلزم لهم من الزمن فى صعودهم على الطرق المنحدرة فنقول
ان المهندس بوردا الذى كان من الضباط البحرية ومن ارباب اكدمية
العلوم لما أراد أن يأخذ قياس ارتفاع جبل تنريف فرض لصعود هذا
الجبل يومين فصعد فى اليوم الاول هو وجميع من كان معه من الضباط راكبين
خيولهم واستصحبوا معهم ثمانية اشخاص من البحارة مشاة كل واحد منهم
يحمل حملا زنته من سبعة كيلوغرامات الى ثمانية فقطعوا منه فى ذلك اليوم
مسافة ٢٩٢٣ مترا فكان صعودهم من الساعة ٩ من الصباح الى
الساعة ٥ ونصف من المساء (على حسب الساعات الافرنجية) فتكون
مدة السير ثمانى ساعات ونصفا منها ثلاثة ارباع ساعة للاستراحة والاكل فتكون
مدة سيرهم حينئذ فى اليوم الاول سبع ساعات وثلاثة ارباع ساعة ولا يخفى
أن جماعة بوردا هم كغيرهم من البحارة ليسوا متعودين على المشى ولكنهم
استغرقوا فى السير اليوم بتمامه بدون أن يلحقهم تعب ولا مشقة فانهم زيادة
على ذلك نزلوا مسافة ٥٠ مترا للبحث عن الوقود ثم صعدوا ثانيا الى
منزلهم الاول

ولكنهم لسوء حظنا لم يبينوا لنا بوجه الدقة والضبط طول المسافة التى قطعوها
بحيث كان يمكن بمعرفة ذلك مع معرفة الكمية التى صعدوها راسيا معرفة
انحدار الطريق التى سلكوها وانما اقتصروا على قولهم ان المسافة المقطوعة
تزيد على ٢٠٠٠٠ متر بالنسبة الى الطول الافقى بمعنى أن قاعدة الطريق
بالنسبة الى الصعود الرأسى :: ٧ : ١ تقريبا او كنسبة ٦٨ : ١٠
تحقيقا ومثل هذا الانحدار عادة لا يصلح لبيان النهاية الكبرى التى يحدثها الرجال
او الخيول وانما يصلح أن يكون حدا وسطا بين النهايتين

ومتى اعتبرنا أن ما يحمله الانسان هو دائما ٧٠ كيلوغراما يصعد بها
كما ذكرنا مسافة ٢٩٢٣ مترا من الارتفاع الرأسى فهذه النتيجة تساوى
٢٠٤٦١٠ كيلوغرامات مرفوعة الى متر واحد او ٢٠٥ كيلوغرامات
مرفوعة الى كيلومتر واحد تقريبا وذلك اقل مما قاله كلب فى تقويم شغل

الانسان

الانسان الصاعد على السلالم المعتادة بدون حمل

و يظهر لى انه كان يلزم حساب ما حمله كل انسان من الصاعدين وهو سبعة كيلوغرامات فاكثر الى ثمانية وعليه فالنتيجة عوضا عن كونها ٢٠٥ كيلوغرامات تكون ٢٢٤ كيلوغراما مرفوعة الى كيلومتر واحد وهذه الكمية قريبة جدا من ٢٣٥ كيلوغراما محمولة فى طريق مستقيمة لا فى طريق غير مستقيمة كالتى قطعها اصحاب بوردا فى صعودهم جبل تنريف

و بالجملة فلاجل مجانبة كثرة الخطا فى تقويم كمية العمل اليومية التى احدثها اصحاب بوردا يكتفى فى ذلك بمائتين وخمسة كيلوغرامات مرفوعة الى كيلومتر واحد او ٢٠٥٠٠٠ كيلوغرام مرفوعة الى متر واحد

وهنالك مبحث آخر من اهم المباحث المفيدة لم يتعرض له احد الى الآن وهو مبحث الارتفاعات التى يمكن للانسان ان يصعدها فى اليوم الواحد بدون حمل او يصعدها حاملا لكنه يسلك فى صعوده طريقا منحدرة كثيرا او قليلا اى من أدنى الانحدار الى غايته القصوى

ومن المعلوم أن الانحدار الموافق لاعظم ارتفاع يصعده الانسان فى اليوم الواحد ينبغى أن يكون عين الانحدار الذى يفرض للمسافرين فى البلاد الجبلية فى صورة ما اذا كانت الطريق المنحدرة طويلة بحيث يستغرق قطعها يوما كاملا

ومع ذلك فهنالك امور اخرى بها يتغير هذا الانحدار وهى احتياج المسافر الى الاستراحة فى مدة سيره وهل الاوفق بالسائر أن يستمر فى سيره على انحدار واحد حتى اذا قرب من نهاية المسافة يستريح مرارا عديدة او يغير الانحدار بأن يسلك فى اول سيره انحدارا عظيما و يسلك فى آخره انحدارا هينا حتى تخف عنه مشقة السير وفى الصورة الثانية لا يدرك نهاية مطلوبه الا بكثير من العمل فالظاهر ان الصورة الاولى وان اشتملت على الاستراحة مرارا اوفق من الثانية التى هى تغيير الانحدار

والأوفق للمسافر فى طريق افقية أن يحث السير فى أول النهار و يسير بالهوينا فى آخره حتى يكون مايصرفه من قواه فى هذا الوقت الذى ضعفت فيه يسيرا لايضربه

ومع ذلك فقد ثبت بالتجربة أن هذه الطريقة ليست اعظم الطرق فى السير فان أرباب الاسفار الطويلة يستمرون فى السير على حالة واحدة مع الانتظام وانما يستريحون عند الحاجة فهم دائما يسلكون هذا المسلك فى سيرهم سواء كانت الطريق افقية او منحدرة قليلا او كثيرا مالم يعظم الانحدار ومما ينبغى التنبيه عليه أن الانسان فى مبدء سيره يؤثر السير بالهوينا سواء كان راكبا اوراجلا لتتوفر قواه وتبقى سرعته الى آخر المسافة

فمن ثم ترى فيما اورده القدماء فى شأن الالعاب أن الاحق بأخذ السبق هو من كان من المتسابقين صاحب رأى وحزم ووفر فى مبدء المسابقة قواه ليبذلها مع الحمية والشدة فى آخرها

ولا مانع من تأسيس هذه القاعدة وهى ان الانسان متى أراد الصعود الى اى نقطة مفروضة فعليه أن يتبع فى صعوده الطرق المنحدرة و يؤثر الاقصر منها على غيره مالم يعظم الانحدار و يتجاوز حده

فاذا فرضنا حينئذ حمالا يصعد بالحمل على السلالم وجدناه فى القوة كالعتال السائر فى طريق افقية بمعنى أن كمية عمله اليومية تنقص بازدياد الحمل

ولم يتفق لاحد من الحمالين انه حمل فى اليوم الواحد اكثر من ست حملات (افرنجية) من الخشب وصعد بها الى ارتفاع يبلغ اثنى عشر مترا بل ولا يمكنه أن يستمر على الصعود بالستة عدة ايام متوالية فاذا أريد تحصيل ذلك من حمال آخر اقوى منه يجعل له على كل حملة فرنك فتكون اجرته اليومية ستة فرنكات و يلزم أن يكون هذا العمل هو النهاية الكبرى للحمال فى يومه وكل حملة من الخشب زنتها ٧٣٤ كيلوغراما فعلى هذا تكون زنة الستة ٤٤٠٤ كيلوغرامات مضروبة فى ١٢ مترا فيكون الحاصل ٥٢٨٤٨ كيلوغراما مرفوعة الى متر واحد وهذا هو الشغل الذى يحدثه الحمال فى اليوم الواحد

واذا أريد معرفة ما صرفه الحمال من القوى اى معرفة كمية عمله لزم أن ندخل في الحساب زنة الخطاطيف التي يحمل بها وكذلك زنة جسمه فاذن نجد انه يرفع ١٠٩ كيلوغرامات الى مسافة كيلومتر واحد

وهذا المقدار يزيد بيسير على نصف ما يرفعه الانسان الذي لا يحمل شيأ مدة يومه من الكيلوغرامات التي قدرها ٢٠٥٠٠٠ حسبما تقتضيه تجربة بحارة المهندس بورداغير أن تقويم الكيلوغرامات المذكورة قليل جدا كما سبق وعليه فلا مانع من تأسيس قاعدة هي ان الصاعد بلا حمل يحدث نتيجة يومية تساوى ضعف ما يحدثه الصاعد بحمل يبلغ ثقله ٦٠ كيلوغراما فأكثر الى ٧٠

ولم نتعرض في هذا الحساب الى ما يصرفه الحمال من القوى في نزول السلالم عقب كل مرة من الصعود فاذن يظهر أن كلب أخطأ في تقويمه لهذه النتيجة حيث جعلها اقل من ذلك فانه قومها كتقويم قوة السائر على طريق افقية بدون حمل غير أن هذا التقويم لا يغير النتيجة التي بيناها تغييرا بينا يعني أن كمية العمل اليومية التي يحدثها الحمال الصاعد بحمله على السلالم هي على النصف من كمية العمل التي يحدثها الصاعد على هذه السلالم بدون حمل فاذن لا تبلغ نتيجة الحمال المذكور الا ٥٢٨٤٨ كيلوغراما مرفوعة الى متر واحد اوما قارب ذلك

وذلك أن الصاعد بلا حمل الى اى ارتفاع يبلغه في اليوم الواحد يمكنه أن يرفع ٢٠٥٠٠٠ كيلوغرام الى متر واحد اى انه يمكنه رفع ٥٢٨٤٨ كيلوغراما الى هذا الارتفاع اربع مرات وهذه هي نتيجة اشغال الحامل

واقبح طريقة يسلكها الحمال هي أن يصعد بالاحمال على كتفيه اوراسه او يرفعها بالخطاطيف فان هذه الطريقة وان كانت غالبة في المدن لعدم الاحتياج معها الى شيء من الآلات الميكانيكية الا انه ينبغي اجتنابها في المعامل والورش التي يجب فيها اجراء الاشغال بغاية السرعة والتوفير على الدوام

ولا يخفى أن للآلات الميكانيكية فى مثل هذه الاشغال فائدة عظيمة اذ بواسطتها
يمكن للانسان أن يعمل فى يومه اعمالا مختلفة سواء كان حاملا اوغير حامل
و بها ايضا يحدث بعض نتائج و يستعمل فيها قواه استعمالا مفيدا يترتب عليه
نتائج عظيمة ولو فقد فيها معظم قواه فان الوسائط الميكانيكية وان كانت لا تمد
قوة ولا تحدثها الا انها تدبر استعمال القوى وتوزعها توزيعا نافعا * هذا ولا أبالى
من تكرار ذلك المرة بعد المرة وسأبين الحقيقة فى هذا المعنى على وجوه عديدة
عسى أن يكون فى ذلك ما يمنع مهرة الشغالة عن اتلاف قواهم بلا فائدة
وأن يؤملوا الخير والنفع فى علم الميكانيكا وان كانوا الى الآن لم يعرفوا منفعته
حق المعرفة
ولما تكلمنا على قوى الانسان من حيث استعمالها فى السير على سطح افقى
او منحدر سواء كان صاحبها حاملا او غير حامل وسواء كان المحمول ثقيلا او خفيفا
ناسب أن نعقب ذلك بالكلام عليها من حيث تطبيقها على حركة الآلات
الميكانيكية فنقول
ان اعظم نتيجة يحدثها الانسان فى رفع ثقل ما الى ارتفاع معلوم هو أن يصعد
بمجرد ذاته لا يحمل سواها بحيث تكون بالنسبة اليه كالقوة المحركة * وهذه
الطريقة تستعمل فى العجلات ذات الطنابير والعجلات المدرجة المسمى كل منهما
بالكراكات فاذا كان فى الكراكة شخص اوعدة اشخاص فانهم كلما ساروا
تقدموا اجهة سطح منحدر وان وقفوا على سطح منحدر انحدارا مناسبا
احدثوا من النتائج اعظم نتيجة يمكن أن يبلغ مقدارها فى اليوم الواحد ٢٠٥
كيلوغرامات مرفوعة الى كيلومتر واحد و يلزم ان نطرح من قيمة هذا الشغل
مقدارما تربحه الدراهم التى هى قيمة الكراكة المستعملة فى الشغل المذكور
و يمكن استعمال قوى الانسان فى الكراكات على الوجه الجارى فى سجون
انكلترة * ومحيط هذه العجلات مضرس بألواح صغيرة كاضراس عجلات
الطواحين فترى الشغالة يصعدون عليها كما يصعدون على درج السلالم
فيستندون بأيديهم على قضبان افقية و يصعدون مع الموازنة وغاية الهدء

وهنالك ايضا كرا كات من هذا القبيل تحركها النساء

ثم ان الشغالة الذين يصعدون على الكرا كات المدرجة تتفاوت اشغالهم تفاوتا عظيما على حسب اختلاف السجون وقد بينا ذلك في هذا الجدول الذي حررنا حساباته بموجب امر الحكومة وهاك صورته

محال السجون	الرجال * ايام الصيف في الدقيقة عدد الخطوات	في الدقيقة ارتفاع الخطوات	في اليوم الارتفاع المقطوع	في اليوم كيلوغرام مرفوع الى متر واحد
	عدد	مليمتر	متر	كيلوغرام
نورتامبتون (بورك) (نمرة ٣)	٣٥	١٩٩	٢٢٢٩	١٤٣٦٤٣
نوتنغام نمرة ٣ و ٤	٣٦	٢٣٧	٢٧٣٠	١٧٤٣٦٠
السجن القديم (بدفورد)	٤٠	٢١٢	٣٠٣٥	١٩٥٣٧٩
ميدلوزقيز	٤٤	١٩٩	٣٣٢٧	٢١٢٩٤٦
سبتنون مالية (سومرست)	٤٨	١٩٩	٢٤٧٥	١٦٩١٧٢
دونسير	٤٨	١٩٩	٣٠٥٧	١٩٥٦٢٥
كامبردج	٥١	١٩٩	٤٠٥٨	٢٥٩٦٩٠
ورويك (١)	٦٠	٢٢٣	٥٣٥٢	٣٤٢٥٢٨
شرحه (٢)	٤٨	٢٢٣	٤٢٨٢	٢٧٤٠٢٢
شرحه (٣)	٣٦	٢٢٣	٣٢١١	٢٠٥٥١٧
بوستون	٧٠	٢٣٢	٤٣٩٢	٢٨١١٠٤
هنتس	٨٠	١٩٢	٣٦٨٦	٢٣٥٩٣٠
نوكاستل على نهر التين	٨٧	٢٠٢	٣١٦٣	٢٠٢٤٥١

ومن ثم كان العمل اليومي في سجون انكلترة يتفاوت من ١٤٣٦٤٣ كيلوغراما الى ٣٤٢٥٢٨ كيلوغراما مرفوعة الى متر واحد

وتستعمل القوة الانسانية ايضا فى جر الاثقال بواسطة الآلات ذات العجلات كالعربات الصغيرة النقالة التى تجر باليد والعربات الكبيرة فيمكن للانسان ان ينقل فى اليوم الواحد بواسطة العربة النقالة ٥ و ١٤ مترا مكعبة من التراب الى مسافة ٣٠ مترا ويمكنه ايضا اذا جر عربة من عربات اليد المعتادة أن يحمل من ثقلها وثقل حملها ما يساوى ١٨ أو ٢٠ كيلوغراما فان كانت خالية عن الاثقال كان ما يحمله فى جرها ٥ كيلوغرامات أو ٦ من غير زيادة * والقوة اللازمة لدفع العربة على الارض الصلبة المستوية قد تختلف من ٢ الى ٣ كيلوغرامات ومنشأ هذا الاختلاف ما يعرض للعربة فى الطريق من خفيف الارتجاج والاضطراب قليلا كان ذلك او كثيرا على حسب مهارة الشغال فى توجيه العربة وتسييرها * وزنة حمل العربة المتوسط ٧٠ كيلوغراما وزنة ثقلها المتوسط ٣٠ كيلوغراما فاذا ضربنا $\frac{1}{2}$ ١٤ كيلومترا فى ٧٠ كيلوغراما كان الحاصل ١٠١٥ كيلوغراما منقولة الى مسافة كيلومتر واحد وذلك هو نتيجة عمل الشغال الدافع للعربة وقد سبق أن الانسان يمكنه أن يحمل على ظهره فى مدة اليوم ذهابا وايابا ٤ و ٦٩٢ كيلوغرام منقولة الى مسافة كيلومتر واحد ونسبة هذين العددين كنسبة ١٤٧ الى ١٠٠ وحقق المهندس كلب انها كنسبة ١٤٨ الى ١٠٠ واستنتج من ذلك على وجه التقريب أن ما يحدثه مائة رجل بواسطة العربات اليدية يساوى شغل مائة وخمسين رجلا بواسطة المقاطف فانظر الى فائدة مثل هذه الآلات السهلة وقد حسب موسيو جونيوو ما يحدثه جار العربة النقالة ذات العجلتين فوجده يساوى ٢٣٠٠ كيلوغرام منقولة الى كيلومتر واحد ومقتضاه انه اذا اشتغل مائة رجل فى نقل الاثقال بواسطة هذه العربات كانت نتيجة شغلهم تساوى نتيجة شغل ٣٣٢ رجلا يشتغلون فى نقل تلك الاثقال على ظهورهم بواسطة المقاطف والخطاطيف وتساوى نتيجة شغل ٢٢٥ رجلا يشتغلون فى نقل الاثقال المذكورة

بواسطة

بواسطة النقالات المعتادة ذات العجلة الواحدة

ومما ينبغى التنبيه عليه فى شأن النقالات ذات العجلة الواحدة انه يمكن زيادة نتيجتها زيادة عظيمة وذلك بتطويل عجلتها ووضع مركز حملها عمودا على محورها بحيث لا يكابد الانسان فى دفعها كبير مشقة مالم تكن طريقه فيها انحدارات مختلفة والاعظمت عليه المشقة ولو وضع مركز الحمل عمودا على المحور فينبغى له متى كانت طريقه غير افقية أن يصرف بعض قوته فى موازنة ثقل الحمل

واقل الطرق فائدة فى استعمال القوة الانسانية هى شد الحبال التى تستعمل فى دق الاوتاد بواسطة الشامردانات

وذلك أن نتيجة العمل اليومى بهذه الطريقة لم تبلغ بمقتضى حساب كلب الا ٢ و ٧٥ كيلوغراما مرفوعة الى كيلومتر واحد فعلى ذلك اذا اشتغل مائة رجل فى اشغال الكراكات ذات الطنابير مدة يوم واحد وكان صعودهم على انحدار مناسب كانت نتيجة عملهم مساوية لنتيجة عمل مأتين وواحد وسبعين رجلا يشتغلون فى دق الاوتاد بشد الحبال المربوطة فى الخشبة الممدودة

واذا اشتغلت طائفة من الناس فى ادارة الملفات على مقتضى المقدار المتوسط الذى فرضه كلب وهو أن يفرض أن هؤلاء الاشخاص يضغطون ضغطا عاديا يبلغ ٧ كيلوغرامات على يد الملف الذى يرسم محيطا قدره ٢٣ دسمترا وأن الشغالة يديرونها فى كل دقيقة عشرين مرة وأن مدة شغلهم فى كل يوم ست ساعات كانت نتيجة عملهم ١١٦ كيلوغراما مرفوعة الى كيلومتر واحد فعلى ذلك اذا اشتغل ثلاثة رجال فى ادارة الملفات كان الثقل الذى يرفعونه مساويا لنتيجة خمسة رجال يدقون الاوتاد بشد الحبال ومن ثم استبدلوا الآن الحبال بالملفات والتعشيق فى سائر الاشغال المحتاجة للتفطن والاتقان بحيث يرفع الشامردان الى ارتفاع ما ويحط بكيفية مخصوصة

وقد حسب كلب على وجه الصحة شغل عازق الارض فوجد شغله فى اليوم الواحد يبلغ ١٨١ مترا مربعا وأن المعزقة تغوص فى الارض كل مرة

٢٥ سنتيمترا وترفع معها من التراب فى كل مرة ٦ كيلوغرامات فاذا أضفنا الى ذلك ثقل المعزقة كان مجموع عمله مساويا ٤٣ كيلوغراما مرفوعة الى كيلومتر واحد واذا لم نعتبر الا ثقل التراب الذى ترفعه الآلة معها وقت العمل كان مجموع الشغل ½ ٣٤ كيلوغراما مرفوعة الى كيلومتر واحد وذلك لا يبلغ ثلث عمل مدير الملف كما هو مشاهد فلذا كان عزق الارض بالمعزقة من الاشغال المحتاجة لمزيد القوة وكبير العمل ولا يلايم من الاشغال الا ما يطلب فيه الاهتمام كاشغال البساتين والحدائق التى تصرف فيها القوى البشرية مع غاية الدقة والتبصر حتى يكون الشغل فيها مع تنوعه على غاية من الاتقان وينبغى أن نضيف ايضا الى عمل العازق ما يصدر عنه من ضرب الارض بالآلة لاجل تمهيدها واصلاحها ولم تبلغ هذه النتيجة فى حساب كلب الا جزأ من عشرين من الشغل اليومى باضافته اليها قيمة القوة اللازمة للعزق بالمعزقة وادخالها فى باطن الارض واستنتج من ذلك أن مجموع ما يصرفه العازق من القوى فى اليوم الواحد ١٠٠ كيلوغرام مرفوعة الى كيلومتر واحد والذى يظهر أن شغل المحفرة المسماة بالطورية فى هذه الاشغال اكثر نفعا من شغل المعزقة وان كانا متساويين فى قوة الضرب بهما على الارض يعنى أن هذه القوة فى كل منهما جزء من عشرين من القوة اليومية فلذا كانت قوة العازق بالمعزقة او بالطورية كقوة الرافعة ثم ان اخر حركات الطورية وهى التى بها تكون تسوية الارض برد التراب الخارج من باطنها الى الارض المعزوقة افقية وحينئذ فلا داعى الى استعمال قوة تعادل $\frac{٣}{١٠}$ ٣٤ كيلوغراما لاجل رفع التراب بالمعزقة الى الارتفاع الذى قومه كلب بأربع دسيمترات فمن ثم كان الجارى فى سائر اشغال العزق المعتادة انما هو العزق بالطورية دون المعزقة ومن المهم فى استعمال القوى البشرية درجة السرعة التى بها تتنوع الحركة وثم قوة اخرى لا يمكن بدونها احداث نتيجة مفيدة لان قوة الانسان العضلية لا توصل الحركة الى اعضائه الا اذا انصرفت كلها وبمجرد عروض النقصان للحركة يصير فى الانسان قابلية الى تحصيل اعظم النتائج فيصل بذلك الى النهاية

الكبرى اذلا ريب انه بالزيادة فى تنقيص قوة حركاته يحدث تأثيرات كبيرة ومصادمات عظيمة ولكن الزيادة لاتعادل مانقص من السرعة وهذا هو الموجب لنقصان الحركة دون زيادتها

وبمقتضى تجاريب شولز يظهر انه فى تطبيق القوة البشرية على الرافعة اوقضيب الكابستان المسمى ايضا بالمعطاف تكون النتيجة المفيدة حاصلة من ضغط ١٣,٧٠٦ كيلوغرام مع سرعة تساوى ٠,٧٣٧ متر فى ظرف ثانية

وقد قابل روبرتسون بوكانان بين اعمال اربعة من الشغالة يشتغلون اشغالا مختلفة فكان أحدهم يشتغل فى ادارة الملفاف والثانى فى تحريك المجداف والثالث فى تحريك طولمبة معتادة والرابع فى دق الاوتاد وكانت مدة شغل الجميع اربع ثوان

فوجد الاول قد رفع فى ظرف هذه المدة ١٢,٦٤٨ كيلوغرام الى ارتفاع ٥,١٨٥ متر فتكون نتيجته الكبرى ٦٥,٥٨٠ كيلوغرام مرفوعة الى متر واحد

ووجد الثانى قد نقل الى ٢,٣٤٨ متر ثقلا قدره ٤٤,٣٩٤ كيلوغرام فتكون نتيجته الكبرى ١٠٤,٢٣٧ كيلوغرام مرفوعة الى متر واحد

ووجد الثالث قد رفع ٣٠,٣٥١ كيلوغرام الى ارتفاع ١,٣٤٢ متر فتكون نتيجته الكبرى ٤٠,٧٣١ كيلوغرام مرفوعة الى متر واحد

ووجد الرابع قد رفع ٣٢,٦١٨ كيلوغرام الى ارتفاع ٢,٧٤٥ متر فتكون نتيجته الكبرى ٨٩,٥٣٦ كيلوغرام مرفوعة الى متر واحد والظاهر أن النتيجة

الاخيرة لاتطابق حسابات كلب التى حررها فى استعمال القوة البشرية فى الشامردانات ولكن لايخفى أن النتائج التى استنبطها روبرتسون بوكانان ليست الاشغل اربع ثوان فقط وحينئذ فلامانع أن النتيجة الوقتية فى شغل الشامردانات تكون كبيرة بحيث لاتساويها نتيجة الشغل اليومى بمعنى انهما لايكونان على نسبة واحدة

ثم ان الانسان لايصرف قواه الحيوانية بتمامها الا فى الاعمال البدنية التى الغرض منها تحصيل اعظم النتائج وأجود مايستعمله من الوسايط الانسانية فى اشغال ارباب الحرف والصنائع لاسيما ما كان منها محتاجا الى فكر وتأمل ينبغى قصره على عمل للعقل فيه مدخلية ويصرف فيه من القوى الطبيعية جزء كبيرا وصغير بدون ضياع زمن * وباستكمال الصناعة يكثر من الصنائع ما كانت فيه مدخلية القوى العقلية قوية ومدخلية القوى الطبيعية ضعيفة * والانسان يزيد على العمل البدنى الشبيه بأفعال البهائم من ثور وحمار وفرس وما أشبه ذلك اعمال الحواس الخمسة التى هى البصر والسمع واللمس والشم والذوق من حيث ان العقل هو المرشد لها فى سائر اعمالها فاذا جعل الانسان لعقله مدخلية فى اعماله اكتسب من ذلك معرفة عدة عظيمة من النتائج تصير له دليلا صحيحا يعول عليه فى جميع اشغاله وذلك مايسمى باكتساب التجربة وهو اكتساب عظيم فى الفنون والصنائع

ومما ينبغى التنبيه عليه أن التجربة التى تنشأ عن التدقيق فى ملاحظة الاشياء ومقابلتها ببعضها وتودع فى الحافظة ثم يستعملها العقل انما هى نتيجة القوى العقلية وحسن ممارسة الحواس فبهذه الوسايط التى يتوصل بها الى اكتساب المعارف يمكن للانسان أن يكتسب خبرة صحيحة وتجربة جيدة وذلك من اهم الامور فى تقدم الحرف والصنائع

وينبغى للانسان فى الاشغال التى لايحتاج فيها الا لاستعمال جزء من قوته العضلية أن يجعل فى حركاته سرعة اكثر من السرعة الملايمة للنتيجة الكبرى بدون أن يفقد قواه ويجهد نفسه فان ذلك يقربه من النتيجة الكبرى ويوصله اليها

في اسرع وقت وهذا عام في جميع الاشغال الا ما كان منها محتاجا لمزيد الضبط والاحكام ومتوقفا على كثرة الاحتراس وزيادة الاحتياط فلم يبق اذن الا توفير الزمن وعدم اضاعته بلا فائدة وسنبين هذه الملحوظات في الدرس الآتي الذي تكلمنا فيه على استعمال قوة الانسان وازديادها

وعلى الانسان أن لا يقصر في مجانبة الزام الشغالة بالمكث مدة طويلة على شغل واحد ايا ما كان من اشغال الفنون لان الالزام بالمداومة على شغل واحد يترتب عليه مضار كثيرة كالامراض المزمنة وفقد القوى

ومن كان عنده أدنى دراية بالمعارف امكنه تعيين الاشغال المطلوبة من الشغالة وتحديدها على وجه بحيث يكون لهم دائما اقتدار على التوفية بها ولعل ذلك يعينهم على تحصيل اعظم نتيجة نافعة فلهذا كان رئيس الورش والمعامل اذا أظهر انه لا يشتغل الا براحة الشغالة نال بهذه المروءة من اشغالهم محصولا عظيما

(الدرس الرابع)

(في ازدياد قوى الانسان واستعمالها على الوجه المناسب)

قد رأينا أن نبدأ اولا بالبحث عن الطرق التي تستعمل في ازدياد القوة المطلقة التي يمكن للانسان استعمالها في اشغال الصناعة والتي تستعمل ايضا في تحصيل امور نافعة وهي الاستمرار والسرعة والنشاط في عمل هذه القوة ثم نبين كيفية تحصيل هذه النتائج باجتماع القوة العقلية والقوة البدنية ونبين ايضا ما عساه ينشأ عن هذا الاجتماع لكل من الجنسين اي الذكور والاناث من النتائج العظيمة التي بها تزداد راحة العباد وتصير طائفة الشغالة جامعة بين السعد والمعرفة فنقول

متى بلغ الاطفال من العمر خمس سنوات او ستا فقد جاء أوان تعليمهم اشغال الصناعة فيناطون منها بما يستدعي قليل الاستعمال من القوة البدنية ويسير التفكر من القوة العقلية فيناطون مثلا في اشغال الزراعة بحراسة الحيوانات الاهلية المألوفة السهلة الانقياد وفي المعامل والورش بالعمليات التي

لا تحتاج لكبير تعب ويمكن اتقانها بأدنى تدريب واقل تعويد ولاشك أن فى تعويد الصبيان على الشغل من مبدء صغرهم فائدة عظيمة جدا الا انه ينبغى أن لايسلك فى ذلك ماسلكه كثير من رؤساء المعامل والورش فى ابريطانيا الكبرى من الافراط والقسوة حيث كانوا يلزمون صغار المتعلمين بالشغل مدة طويلة من الزمن ويجبرونهم على مداومة العمل مدة ساعات عديدة حتى وضع أرباب القوانين لذلك قانونا حصر الشغل المطلوب من الصبى فى اوقات يسيرة وجعل له حدا محدودا ومع ذلك اذا نظرنا الى مايعانيه الصبى من المشقة فى هذا الشغل مع حداثته وصغر سنه أخذتنا عليه الرأفة والشفقة

وفى بعض الورش التى يديرها رؤساء جمعوا بين المروءة والمعرفة تجد هؤلاء الرؤساء يعينون جزأ من الزمن المعد لاشغال الصبيان لاكتساب المعارف اللازمة لكل من أراد الامتياز منهم فى اشغال الصناعة فكانوا يعلمونهم فى ورشهم القراءة والكتابة والحساب ثم يضمون الى ذلك بعد مدة قليلة تعليم تطبيق الهندسة والعمليات الميكانيكية كما هو الجارى الآن عند الفرنساوية فاذا لم يعلموهم هذا التعليم الثانوى بل اقتصروا على الاول أمكن للصبيان بعد أن يعرفوا القراءة والكتابة وتستكمل عقولهم أن يطالعوا بأنفسهم دروس هذين العلمين ويتعلموها بدون اجرة وعما قليل يترتب تعلم هذين العلمين فى جميع مدن فرانسا ذات الفنون والصنائع

واما اذا كان التعليم خاليا عن التدبير والادارة بأن كان على وجه يضر بصحة الصبيان لما فيه من الافراط وكثرة الشغل فان ذلك يسلب قواهم العضلية نموها وسرعتها لاسيما اذا جروا فى اغذيتهم واعمالهم على النظام المقرر الذى بدونه لاتتم الصحة

والى هذا الوقت لم يلتفت رؤساء المعامل والورش الى تأثير الاغذية فى الشغالة من حيث كمية العمل التى يمكنهم تحصيلها ومن حيث النتائج التى تكون لزيادة الشغل فى راحة الشغالة وثروة رؤسائهم

فاذا قابلنا طريقة الشغالة الفرنساوية فى الغذاء بطريقة الشغالة الانكليزية

فى ذلك عجبنا غاية العجب من التفاوت الذى بين هاتين الملتين فى طريقة المعاش فان الشغالة الفرنساوية فى كثير من الصنائع لا يأكلون اللحم مدة الاسبوع وان اكلوه يوم الاحد فاذلك الا لمجرد التنعم والترفه بخلاف الشغالة الانكليزية فان اللحم عندهم هو الغذاء المعتاد

وقد قومت مقدار ما يأكله الانسان من اللحم سواء كان فى فرانسا او انكلترة فكانت نتيجة التقويم أن الفرنساوى اذا أكل من اللحم ٦١ كيلوغراما فالانكليزى يأكل منه اكثر من ١٧٨ كيلوغراما بمعنى انه يأكل منه بقدر ثلاثة امثال الفرنساوى وينشأ عن هذا التفاوت فى الغذاء تفاوت عظيم فى القوى البدنية لان الاغذية الحيوانية تكسب الانسان من القوة البدنية التى يصرفها فى الاشغال كل يوم ما لا تكسبه اياه الاغذية النباتية وهذا هو السبب فى كون الشغالة الانكليزية تفوق فى الشغل الشغالة الفرنساوية

فاذن يلزم تحريض الشغالة الفرنساوية على اكل اللحم بقدر الامكان فانهم الآن فى كثير من الصنائع يأخذون من المأكولات ما لا يفى بما فقدوه من القوى اليومية فلا يأتى عليهم الاسبوع الا وهم فى غاية الهزال والضعف وفى يوم الاحد يبحثون عن تعويض ما فقدوه من القوة بمآكل ومشارب مباينة بالكلية فى الطبع والكمية للمآكل والمشارب التى استعملوها قبل ذلك فى باقى ايام الاسبوع فيلحقهم بسبب ذلك من الضرر وسوء الحال ما يلحق من مكث صائما مدة طويلة ثم انهمك على الاكل دفعة واحدة مع انهم كانوا يؤملون من تعاطى هذه الاغذية الراحة وحسن الحال فتراهم يوم الاثنين لا يقدرون على الشغل كيوم الاحد الذى هو يوم البطالة

والظاهر أن هذا هو السبب الاصلى فى كون اكثر الشغالة بالمدن الكبيرة يتركون العمل يوم الاثنين

واعظم طريقة فى جبر هذا الخلل هو تعويد الشغالة على تعاطى الاغذية الجيدة بأن يذكر لهم من نصائح الحكمة وصحيح الامثال ما يبعثهم على ذلك فانه بهذه الطريقة يؤمل رجوعهم عن ترك العمل يوم الاثنين ولو فرضنا انهم لا يصرفون

فى تحصيل الاغذية الجيدة التى يتعاطونها فى ايام العمل الستة الا اجرة عمل هذا اليوم (يعنى يوم الاثنين) التى لا تزيد على مصاريفهم المعتادة لو جدوا من انفسهم فى الواقع ونفس الامر اقتدارا على تحصيل كمية عظيمة من العمل فى مدة الايام الخمسة فيكون ذلك وسيلة لهم فى طلب زيادة الاجرة من رؤسائهم و ينقطع عنهم ما يلازم الحياة المختلة النظام من تراكم الامراض وسرعة الهرم والضعف فتطول بذلك مدة صرفهم لكمية عظيمة من قواهم العضلية وتقصر مدة ما يلحقهم من الفاقة والفقر فى صورة ما اذا لم يكن عندهم اقتصاد وحسن تدبير فى زمن شبوبيتهم بحيث يدخرون ما ينفعهم وقت الحاجة والكبر

وعلى رؤساء المعامل والورش ان يبذلوا جهدهم فى ازدياد صندوق التوفير و يستعملوا فى ذلك ما يمكنهم من الوسايط بأن يأخذوا من كل شغال مقدارا من اجرته اليومية ويضعوه فى هذا الصندوق على سبيل الوديعة لوقت الحاجة اليه كحدوث مرض او بطالة او بلوغهم سنا لا يمكن معه العمل

وبعد أن تكلمنا على الطرق التى تزيد بها كمية العمل ظهر لنا أن هذه الكمية لا أقل من انها زادت الخمس فى مثل مدينة باريس فوجب علينا الآن أن نبحث عن الفائدة التى تعود على رؤساء الورش من هذه الزيادة فنقول

اذا فرضنا أن ورشة من ورش الصناعة يبلغ رأس مالها ١٠٠٠٠٠ فرنك وأن ما نصرفه مدة السنة فى اصلاح ما تلف من آلاتها عشر هذا المبلغ اعنى ١٠٠٠٠ فرنك وأن فيها من الشغالة مائة شخص يشتغلون من الاسبوع خمسة ايام اجرة كل واحد منهم فى اليوم فرنكان بمعنى انهم يشتغلون من السنة مائتين وستين يوما فيكون مجموع اجرتهم ٥٢٠٠٠ فرنك وفرضنا ايضا أن الاجرة السنوية للمستخدمين فيها من ملاحظين ورؤساء وغيرهم تبلغ ١٠٠٠٠ فرنك فمجموع مصاريفها السنوية هو المبلغ الآتى

رأس المال المفروض	١٠٠٠٠٠ فرنك
المصروف منه للاصلاح	٠١٠٠٠٠ فرنك
الاجر السنوية للرؤساء وغيرهم	٠١٠٠٠٠ فرنك
الاجر اليومية	٠٥٢٠٠٠ فرنك
المجموع	١٧٢٠٠٠

فاذا ورد لهذه الورشة في نظير اثمان بضائعها مبلغ ٧٢٠٠٠ فرنك فانها لا تربح ولا تخسر واما اذا جرينا على ما هو المعتاد في سائر الورش التي تربح العشر في المائة فينبغي أن حاصل الاجر يبلغ من جهة ٧٢٠٠٠ فرنك ومن جهة اخرى ١٧٢٠٠ فرنك فمجموع ذلك ٨٩٢٠٠ فرنك فاذا فرضنا الآن أن الشغالة يشتغلون من الاسبوع ستة ايام عوضا عن الخمسة المتقدمة بأن كان شغلهم يستغرق من السنة ثلثمائة واثنى عشر يوما عوضا عن المائتين والستين يوما السابقة وفرضنا انهم يعملون في كل يوم خمسا زيادة على عملهم المعتاد ويأخذون اجرة مناسبة لهذه الزيادة بحيث تكون اجرتهم اليومية من فرنكين الى فرنكين واربعين سنتيما ويكون مجموع اكتسابهم مدة السنة ٧٤٨٨٠ فرنكا وفرضنا ايضا أن المصاريف اللازمة لاصلاح الآلات زادت قدر نصف زيادة الشغل بحيث صارت ١٢٢٢٠ فرنكا عوضا عن المقدار السابق الذي هو ١٠٠٠٠ فرنك ينتج من ذلك أن مجموع المصاريف كلها هو المبلغ الآتي

رأس المال المفروض	١٠٠٠٠٠ فرنك
المصروف منه للاصلاح	٠١٢٢٢٠ فرنك
الاجر السنوية	٠١٠٠٠٠ فرنك
اجرة مائة شغال	٠٧٤٨٨٠ فرنك
المجموع	١٩٧١٠٠

فرأس المال المفروض في هذا المبلغ هو ١٠٠٠٠٠ فرنك والمصاريف ٩٧١٠٠ فرنك فلما زادت كمية العمل في نسبة ٥ الى ٦ زائد $\frac{1}{6}$ اعني من ١٠٠ الى ١٤٤ كان مجموع الاجرة الذي بلغ في الفرض الاول

كما ذكرنا ٨٩٢٠٠ فرنك

يبلغ الآن ١٢٨٤٤٨ فرنك

ولكن تكون المصاريف ٩٧١٠٠ فرنك

فيكون الباقى ٣١٣٤٨

فيكون حينئذ مبلغ ٣١٣٤٨ فرنكا هو مقدار ربح راس المال الذى هو ١٩٧١٠٠ فرنك وهذا هو السبب فى أن كل مائة صار ربحها ستة عشر بعد أن كانت فى الفرض الاول تربح عشرة

وهاهى النتائج المتحصلة من الفرض الثانى * اولا أن الشغالة تأخذ عوضا عن ٥٢٠٠٠ فرنك ٧٠٤٨٨٠ فرنكا وبذلك تزيد راحتهم النصف تقريبا * ثانيا انه يتحصل عن الصناعة محصولات تزيد النصف على محصولات الفرض الاول * ثالثا ان صاحب الورشة يربح فى كل مائة من رأس ماله ١٦ عوضا عن كونه يربح فيها ١٠

وهذا الترتيب يعود على الشغال بالمنفعة اذا قنع صاحب الورشة بربح اثنى عشر فى كل مائة وجعل اجرة العمل ستة فى كل مائة

و يلزم الآن أن نعرف ما يكون لرؤساء الورش فى تلك الوسايط الممكنة من عظيم المنفعة بحيث يتحصل لهم من العملة كمية كبيرة من العمل فى اوقات معلومة فنقول هى أن جملة من التعهدات الصناعية التى يتراآى الآن انها متعذرة او مضرة يتحقق نفعها بازدياد العمل اليومى بدون نقص الاجرة اليومية و بهذا الازدياد ايضا يزداد نفع التعهدات النافعة * والعملة لهم فى ذلك ايضا منفعة عظيمة فينبغى افهام كل من الرؤساء والعملة هذه المنفعة المشتركة التى ربما ترتب عليها لكل من الطائفتين ازدياد الراحة والسعادة

واما الوسايط التى يزيد بها العامل عمله فهى قليلة محصورة فى انتظام المؤونة واجتناب الافراط فى جميع انواع المآكل والمشارب والمواظبة على العمل بحيث لا يضيع وقتا من اوقات الشغل بلا فائدة

وله غير تلك الوسايط الاولية وسايط اخرى يزيد بها عمله ايضا وهى عبارة عن

الآلات

الآلات التي يشتغل بها والفطنة التي بها يحسن تشغيل تلك الآلات فان الآلات المعدة للعمل على اختلاف انواعها يحدث عنها نتائج متنوعة تختلف باختلاف شكلها ومادتها جودة ورداءة قلة وكثرة اذ العامل الذي يشتغل مثلا بالمبارد الجيدة الشكل والسقي يحدث من النتائج ضعف ما يحدثه العامل الذي يشتغل في هذا العمل بمبارد لا تضاهي الاولى في الجودة وكذلك باقي الآلات كالمقصات والبريمات الصغيرة والكبيرة والمناشير ونحو ذلك

وفي بلاد انكلترة يعرفون حق المعرفة اهمية الآلات التي بها يحدث العامل في اليوم كمية كبيرة من العمل ففي كثير من الصنايع الواهية بتلك البلاد تجد عند الصانع الصغير من الآلات ما يساوي ١٠٠٠ فرنك فصاعدا الى ١٢٠٠ فرنك بخلاف من كان على صنعته من صناع الفرنساوية فانه قل أن يوجد عنده من هذه الآلات ما يساوي ١٠٠ فرنك * ولنفرض أن الصانع اذا اشتغل بآلات مما يساوي ١٠٠ فرنك يكتسب في اليوم ٣ فرنكات وانه اذا اشتغل بآلات جيدة الصفة متنوعة الشكل صالحة لكل شئ يحتاجه في صنعته وكانت مما يساوي ١٠٠٠ فرنك فانه يكتسب في اليوم ٤ فرنكات وذلك فرض صحيح مناسب فينتج عن ذلك أن الصانع المذكور يكتسب في ظرف ثلثمائة يوم من ايام الشغل ٣٠٠ فرنك زيادة على ما يكتسبه لو اشتغل بآلات مما يساوي مائة فرنك

فاذا قلنا ان مبلغ ٩٠٠ فرنك الذي هو فرق ثمن الآلات يلزم له مصروف سنوي يبلغ ١٥ في المائة كان مصروف الآلات السنوي ١٣٥ فرنكا نطرح من الربح السنوي الذي قدره ٣٠٠ فرنك فيكون الباقي [illegible] فرنكا وهو الربح الخالص المتحصل من رأس مال الآلات التي قيمتها الف فرنك

فاذا صرف الصانع من هذا المبلغ الباقي الذي هو ١٦٥ فرنكا في تنظيم مؤونته اليومية ٦٥ فرنكا وأبقى المائة في صندوق التوفير فانه في ظرف ثمان وعشرين سنة يتحصل عنده ٦٠٠٠ فرنك وفي ظرف اثنتين واربعين

سنة يحصل عنده ١٤٠٠٠ فرنك فبهذا التوفير المستمر يجد الصانع ما يكفيه مع الراحة فى المعيشة زمن الهرم والشيخوخة فعلى المعلمين أن يبينوا للتلامذة تفصيلا فائدة هذا الابقاء ومنفعته بأن يعلموهم درسا فى الحساب يعرفون به التدبير المنزلى والسعادة الاهلية

و بالجملة فازدياد العمل الناتج عن جودة الآلات وتحسينها يترتب عليه فوائد عظيمة لرؤساء الورش والمعامل حسبما ظهر لنا فى الصورة التى ذكرنا فيها أن العامل يمكنه أن يزيد كمية عمله اليومية بوسايط اخرى فلذا كان الرؤساء يرغبون فى ان العملة يكون بأيديهم جميع انواع الآلات الجيدة التى تصلح لجميع الاشغال على اختلاف انواعها

فاذا وقف الصناع والرؤساء على حقيقة ماذكرناه كان ذلك باعثا للصناع على انهم من الآن فصاعدا لا يشترون الا الآلات الجيدة من سائر الانواع كالمساطر والزوايا والبراجل التى تكون على غاية من الصحة والضبط وكالمبارد والمقصات والبريمات الكبيرة واللوالب ونحوها مما يكون قد بلغ فى جودة الصفة والمادّة اعلى درجة ومتى عظمت رغبة الصناع والرؤساء فى هذا الغرض اضطر صناع الآلات الى مزيد الاعتناء بصنعتهم و جبروا على الاهتمام بشأنها كانتخاب اجود المواد وتجهيزها ومن مثل هذا التغيير تحصل نتائج كثيرة النفع عظيمة الفائدة

ومتى وجد فى الآلات جميع الصفات المطلوبة واستعمل الصانع جميع الوسايط التى تزيد بها قوته البدنية كطيب الغذاء وحسن السلوك لم يبق عليه من الوسايط الا ما يزيد به عمله اليومى وهو أن يحسن استعمال آلاته و يستعمل فى تشغيلها المهارة والنشاط وهذا انما ينشأ من حذق الصانع ومزيد التفاته الى اشغاله بخلاف ما اذا تعود على الاهمال والتساهل فيها فانه قل أن يصل الى درجة الكمال والسرعة ولو فرض التخيير فى الشغالة لترجح منهم من كان دأبه الصمت والتفرغ للاشغال على من لازم الهذر وكثرة المحادثة واللعب والملاهاة عن الشغل فاذن يلزم لصناع الفرنساوية كثرة السعى والاجتهاد حتى يصلوا الى

درجة صناع الانكليز فى الصمت والتفرغ للعمل

ولما تكلمنا على ما يؤثر فى كمية العمل من حيث هى ناسب ان نعقب ذلك ببيان مايكون فيه العمل ناجحا اوغير ناجح على حسب ما فى حركات الصانع من السرعة كثرة وقلة فنقول

قد رأينا أن نمثل لذلك بنقل العتالين والخرجية للاحمال كما فى الدرس السابق فنقول ان العتال اذا حمل ما يحمله الناس المتوسطون فى القوة وهو حمل قل أن يبلغ ٢٠٠ كيلوغرام لا يمكنه أن يتحرك به اصلا مالم ينقص حمله بالتدريج شيأ فشيأ والا أمكنه أن يقطع مسافة تزيد بنقص الحمل المذكور على التدريج حتى يصير غير حامل بالكلية واذن يمكنه أن يقطع فى اليوم مسافة لا تزيد بالنسبة للناس المتوسطين فى القوة على ٥١٫٠ كيلومترا وذلك فى صورة ما اذا كان مجبورا على سلوك طريق متعبة وفى الحالتين اذا ضربت النتيجة المفيدة التى تعرف بموازنة الحمل فى للمسافة المقطوعة ساوت صفرا وهذه هى الحدود البالغة الغاية التى يمكن أن نجد فيها نسبة بين الحمل والسرعة ونجد فيها ايضا أن حاصل ضرب الحمل فى طول الطريق التى يقطعها الحمال بهذه السرعة هو النهاية الكبرى

وكذلك جميع انواع الاشغال التى يعانيها الانسان بجسمه او باطرافه يوجد فيها انوع نسبة بين القوة والسرعة التى بها تحصل النتيجة الكبرى المفيدة اى السرعة التى بها يقطع الانسان مع مقاومة موانع محدودة مسافة يكون حاصل ضربها فى هذه المقاومة هو النتيجة الكبرى

فعلى الصانع الماهر لا سيما رئيس الورش والمعامل أن يبذل الجهد فى معرفة القوة والسرعة اللتين باجتماعهما تحصل النتيجة الكبرى

واذا التفت ارباب الصنايع الى هذه الملحوظات فلا بد أن يحدث فى معظم اشغال الفنون نسب جديدة بين القوة والسرعة تكون اهم وانفع من النسب الحاصلة بالتجربة والممارسة

وقد ذكر غير مرة موسيو جالوواى وهو من الماهرين العارفين بالآلات

فى بلاد انكلترة أن من جملة استكمالات اشغال المعادن الشهيرة التى ترتب عليها قلة التعب فى صناعة الحديد السائل نقصان سرعة المثقب نقصا بينا وبذلك عرفوا أن القوة اذا ضربت فى المسافة المقطوعة تكون عظيمة جدا بالنسبة الى القوة المفروضة

وكثير من انواع الصناعة ماتكون فيه زيادة السرعة منشأ لفوائد جسيمة وقد مثلنا لذلك فيما سبق فى الجزء الثانى من هذا الكتاب بالمناشير المستديرة من حيث انه اذا زادت سرعة حركتها تولد عنها بالقوة المفروضة لها نتيجة عظيمة

واما ثقب الاجسام بالرصاص والكلل والسهام وغير ذلك من الاجسام فانه عند زيادة السرعة لايحتاج الا الى كمية قليلة من الحركة ومن هنا استعمال القوة التى بها تزيد سرعة الاجسام التى يرمى بها فى الحروب وهدم الاسوار ثم انه يلزم الاهتمام بأن تثبت لكل نوع من انواع الصناعة تفاوت درجات السرعة اللازم لكل عملية ميكانيكية وأن تنشر فى مجموع مخصوص هذه النتائج النفيسة المترتبة على العملية عند استكمالها بتقدم الفنون

و بقطع النظر عن النتيجة العظيمة المترتبة على ما بين القوة والسرعة من النسبة تجد للسرعة فوائد خاصة بها يلزم الالتفات اليها

ولنفرض أن ورشة من الورش من اى فرع كان من فروع الصناعة تستدعى أن يكون رأس مالها مليونا من الفرنكات وانه يلزم لها من المواد الاولية لاجل التشغيل مايساوى ٢٠٠٠٠٠٠ من الفرنكات فى ظرف سنة وأن عدد الشغالة فيها مائة ومدة العمل ثلثمائة واثنا عشر يوما واجرة كل واحد منهم فرنكان فى كل يوم فيكون مجموع اجرة الشغالة ٦٢٤٠٠ فرنك فيضم اليها مقدار الربح وهو ٦٢٤٠ فرنكا وكذلك مقدار ربح المليون المفروض للورشة وهو ١٠٠٠٠٠ فرنك فيكون مجموع المصاريف ١٦٨٦٤٠ فرنكا وذلك هو مصاريف تشغيل المواد الاولية التى

تساوى ٢٠٠٠٠٠٠ من الفرنكات فى ظرف سنة فيكون ربح التاجر عشرة فى المائة و يلزم فى تقويم البضائع المشغولة حساب المبالغ التى فى هذا الجدول وهى

مواد اولية	٢٠٠٠٠٠٠ فرنك
مايخص قيمتها من الربح	٢٠٠٠٠٠ فرنك
مصاريف التشغيل	١٦٨٦٤٠ فرنك
المجموع	٢٣٦٨٦٤٠

فاذا فرضنا الآن انه يلزم لهذا الشغل مائتا يوم ومائتا عامل اجرة كل واحد منهم فرنكان كما فى الفرض الاول كان مجموع اجرة الشغالة ٨٠٠٠٠ فرنك عوضا عن ٦٢٤٠٠ وهو مبلغ جسيم فتكون نسبة ٣١٢ يوما من ايام الشغل السنوى الى ٢٠٠ يوم كنسبة ١٠ الى ٦،٤١ التى هى ربح المال فى مدة التشغيل الجديد فعلى هذا لاتزيد مصاريف التشغيل على ما فى هذا الجدول وهو

اجرة الشغالة	٨٠٠٠٠ فرنك
مصروف الورشة	٦٤١٠٠ فرنك
المجموع	١٤٤١٠٠

فاذا ضربنا هذا العدد فى ٠،٠٦٤١ تحصل معنا مبلغ ٩٢٣٦ فرنكا و ٨١ سنتيما وباضافة هذا المبلغ الى ١٤٤١٠٠ فرنك يكون المجموع ١٥٣٣٣٦ فرنكا و ٨١ سنتيما

و بذلك يمكن تحرير هذا الجدول وهو

اجرة التشغيل	ف ١٥٣٣٣٦ و ٨١ س
ربح البضاعة فى ظرف مائتى يوم من ايام الشغل	١٢٨٢٠٠
مجموع ثمن المواد المشغولة بطريقة التشغيل الجديدة بأن كان الشغالة مائتى عامل والمدة مائتى يوم	٢٢٨١٥٣٦

وهذا بخلاف الفرض الاول فان اجرة الشغالة فيه لم تبلغ الا ٢٣٦٨٦٤٠

يطرح منها ٢٢٨١٥٣٦ ف و ٨١ س

فالباقى وهو الربح الذى يقسم بين الرئيس والصنايعى هو ٣ ٨٧١٠ ف و ١٩ س و يحصل هذا الربح مع زيادة المصروف الناشئة عن كون الشغالة يستغرقون فى العمل اربعين الف يوم عوضا عن كونهم يستغرقون فيه واحدا وثلاثين الف يوم ومائتى يوم (وحرف ف الموضوع فوق العدد رمز الى الفرنك و س رمز الى السنتيم)

و بهذا المثال يتضح لنا أن الورش التى يكون راس مالها جسيما بالنسبة الى مصروف شغالتها ينبغى لها استعمال جميع ما يمكنها من الوسايط فى سرعة الشغل ولو فى حالة ما اذا زادت على النتيجة العظمى التى يمكن تحصيلها من الشغالة والآلات

وكلما تقدمت الصناعة عند امة من الامم وصار رأس مالها جسيما صارت مقادير المواد الصناعية عظيمة بالنسبة الى مصاريف العملة فعلى ذلك ينبغى أسراع الشغل حسب الامكان

فيلزم حينئذ أن نجعل من القواعد الصحيحة المضبوطة انه كلما استكملت الصناعة عند امة من الامم زادت السرعة فى عملياتها الصناعية بحيث تحصل عندها النتيجة العظمى فى جميع الاوقات

ثم ان التفاوت الذى يكون فى سرعة الاشغال يمكن معرفته معرفة جيدة اذا قابلنا صناعة الاهالى الذين لم يبلغوا درجة الكمال فى التمدن بصناعة الأهالى الذين هم اعلى درجة فى ذلك فان جميع الاشغال عند الأهالى الذين لم يتقدموا فى الصناعة لا تحصل الا مع غاية الفتور وكذلك الانتقالات والسياحات لا تصدر منهم الا مع غاية البطء والتراخى فلا مانع حينئذ أن يقال ان الاشغال والانتقالات فى اسبانيا قليلة السرعة جدا بالنسبة لغيرها من ممالك اوروبا المتمدنة واما ايطاليا فهى اقل بطأ من اسبانيا و فرانسا اكثر سرعة واسرع منها ابريطانيا الكبرى

ومتى

ومتى ملك الانسان رأس مال جسيما وعرف قيمته حق المعرفة كان الزمن عنده من اهم الاشياء واعظمها حيث ان ارباحه تزداد بازدياد العمليات التى تحصل فى ذلك الزمن فعلى كل انسان أن يبذل جهده فى عدم اضاعة الزمن و فى سرعة جميع الاشغال على اختلاف انواعها بمجرد ماتحصل عنده رأس مال جسيم فعوضا عن كونه يسافر ماشيا يركب عربة ولوزادت مصاريفها عن مصاريف المشى فاذا لم تسعفه العربة بأن كانت تعوقه عن ادراك غرضه سلك مسلكا اخر يكون اسرع من ذلك كالبوسطة فان كان هذا الامر مهما جدا بحيث لايسعفه ذلك ايضا آرسل السعاة الذين هم اكثر سرعة من غيرهم و بالجملة فينبغى أن تكون مراسلاته اسرع من مراسلات الدولة وهذا الامر المرغوب الكثير النفع الذى هو زيادة السرعة بالتدريج فى انتقال الاشياء والاشخاص منذ عدة قرون لايسعنا أن نتكلم عليه هنا تفصيلا وانما نأتى بطرف منه على سبيل الاجمال فنقول

ان توزيع الاشغال معدود من اقوى الوسايط فى سرعة العمل و استكماله وذلك انه كلما كانت الحركات المنوط بها الصانع قليلة لا اختلاف فيها كانت سهلة التكرار مع السرعة والكمال ومن ذلك تظهر النتائج العجيبة المترتبة على توزيع الاشغال

واذا أردت بيان اهمية توزيع الاشغال بذكر المثال الشهير الذى يلهج به كثيرا ارباب الاقتصاد والوفر و بيان ماذكرناه من فائدة هذا التوزيع التى لم يتصد احد لبيانها الى الآن على مايظهر وان كانت معدودة من النتائج الطبيعية الناشئة عن حواسنا المعتبرة كأنها آلة قياس ومكررة للحركات الدورية فلنمثل لذلك بصناعة الدبابيس فنقول ان الصانع اذا لم يكن متعودا على هذه الصنعة بأن كان غير متمرن على تدوير الآلات اللازمة لها فانه وان كان بمكان من الحذق والمهارة لايمكنه أن يصنع من الدبابيس فى مدة اليوم الاعددا قليلا وقل أن يعمل منها اثنى عشر دبوسا فى يومه و بموجب الطريقة الجديدة المرتبة الآن فى عمليات هذه الصناعة لايكون مجموع تلك العمليات وظيفة

واحدة بل توزع الى عدة اشغال خصوصية بحيث يكون كل منها وظيفة مستقلة بأن يسحب أحد الصناع السلك المعدنى مثلا بواسطة الآلة المعدة لذلك والثانى يساويه ويعدله والثالث يقطع رأسه والرابع يصنع له سنا والخامس يسن منه الطرف الذى يوضع عليه الرأس وهذا الرأس ايضا من وظيفة اثنين من الصناع او ثلاثة وهنالك ايضا عمليتان اخريان احداهما تطريق الرأس والاخرى تبييض الدبابيس وهذه العملية غير عملية ثقب الاوراق ووضع الدبابيس فيها فعلى ذلك تكون صناعة الدبابيس موزعة الى ثمانى عشرة وظيفة تقريبا يقوم باداتها فى الورش المستكملة عدد كثير من الصنايعية كل له وظيفة تخصه

وقد ذكر آدم سميث فى هذا المعنى ورشة صغيرة من جنس هذه الصناعة صناعها لا يزيدون على عشرة ومقتضاه أن الصانع فيها يقوم بوظيفتين او ثلاث وهذه الورشة وان كانت قليلة الآلات الا انه يتحصل منها فى كل يوم ٦ كيلوغرامات من الدبابيس فهى على ذلك تصنع منها ما يزيد على ٤٨٠٠٠ دبوس فكل صانع يعمل عشر هذا المحصول بمعنى انه يعمل فى يومه ٤٨٠٠ دبوس وهذا بخلاف مالو كان كل صانع يشتغل على حدته بدون أن يكون منوطا بوظيفة مخصوصة فانه لا يعمل فى يومه عشرين دبوسا بمعنى انه لا يصنع من ذلك مائتين واربعين جزأ مما يصنعه فى صورة توزيع الوظائف واذا أمعنت النظر فى هذا المعنى لم تستغرب صدور هذه النتيجة من الصانع الواحد حيث انه يحدث من الحركات ما يكفى فى عمل هذا المقدار أعنى ٤٨٠٠ دبوس كل يوم اذ لو فرضنا أن اليوم عشر ساعات لم يساو اليوم المعتاد بالنسبة الى الورش الكبيرة لان الساعات العشرة عبارة عن ستمائة دقيقة او ثلاثين الف ثانية فلو فرضت أن الصانع يعمل فى كل ثانية خمس حركات وذلك فرض مناسب خال عن المبالغة وجدت مجموع الحركات التى يعملها فى الساعات العشرة ١٨٠٠٠٠ فاذا قسمت هذا العدد على ٤٨٠٠ دبوس

وجدت

وجدت لكل دبوس من ذلك ½ ٣٧ بخلاف ما اذا قطع الصانع الدبابيس عشرة عشرة وسنها كذلك وعدلها ايضا كذلك فانه يلزم له في الحقيقة أن يحدث لصناعة كل دبوس ٣٧٥ حركة واذا فرضنا أن جميع هذه الحركات تصادف محلا ولا يضيع منها حركة سدى كان هذا العدد كبيرا جدا بالنسبة لصناعة شئ هين كالدبوس

وقد سبق أن الصانع اذا لم يكن متعودا على تكرار هذه الحركات الاولية وألزم بعمل الدبابيس واحدا بعد واحد لم يعمل منها عشرين في كل يوم بمعنى انه لا يمكنه أن يحدث في يومه من الحركات النافعة ما يزيد على ٧٥٦٠ حركة بل وتضيع منه اربعة اخماس زمنه بدون فائدة وذلك من وجوه * الاول بطء هذه الحركات وتراخيها * الثاني عدم الموازنة والائتلاف عند الانتقال من نوع الى آخر في كل وقت * الثالث كونه لا بد له من تغيير بعض الآلات واستبداله ببعض آخر ثم تغيير هذا البعض ايضا بعد مضى مدة يسيرة وبالجملة فمن الفنون النفيسة النافعة لرؤساء المعامل والورش معرفة توزيع الاشغال الى مباد اولية سهلة بهذه المثابة وتقليل عددها حسب الامكان بحيث يكون كل جزء من الشغل موزعا على حدته على الصناع وربما كانت فائدة التوزيع في الورش الكبيرة اعظم منها في الصغيرة لكثرة الصناع في الكبيرة وزيادة عددهم على صناع الصغيرة وينبغي عند التوزيع مزيد الاعتناء بحساب مدة كل نوع من انواع الاشغال حتى يحصل التناسب بين تلك الانواع وعدد الصناع المنوطين بعملها وبهذه الطريقة لا يبقى احد منهم بدون عمل ويبلغون جميعا اقصى درجة في السرعة

ومن فوائد توزيع الاشغال التي يعملها الانسان كون ذلك يؤدي الى عدة عمليات سهلة منتظمة يمكن عملها بالآلات الميكانيكية مع غاية السهولة ففي مثال الدبابيس الذي ذكرناه يمكن أن يستعمل في سن جملة من الدبابيس المصنوعة في الورشة دفعة واحدة احجار مخصوصة وكذلك يمكن استعمال الملاوي في طي جملة من الحلقات الصغيرة التي تتكون منها رؤس الدبابيس وثنيها

دفعة واحدة واستعمال المقصات التي تقطع دفعة واحدة جملة من الخيوط المعدنية بحيث تكون على الطول المناسب لجم الدبابيس واما اخراج تلك الخيوط من المسحبة وتحويلها الى دبابيس بآلة واحدة متنوعة الحركة فذلك من الامور الصعبة التي تحتاج الى كثير كلفة وكبير مشقة

فعلى ذلك تكون فائدة توزيع الاشغال متضاعفة اذ به تصير اشغال الانسان سريعة ويصير اتحادها مع اشغال الآلات سهلا مؤثرا وقد سبق أن الحركات اذا تكررت تمرنت عليها الاعضاء المخصوصة بها وصارت من اسهل شئ عليها بدون أن يكون للعقل في ذلك مدخلية الا انهم قالوا ان عدم مدخلية العقل في التعليمات من اعظم المضار التي تقرب الانسان من البهائم وقد يفضي الى تأخر استكمال الفنون الميكانيكية

وقد ذكر بعض الحذاق من المؤلفين أن اقبح شئ في الانسان هو أن لا يعرف مدة حياته الا صناعة عشر دبوس فقط وذلك من اعظم المضار التي تخل بالصناعة وتضر بتقدم الفنون

ولكن لاجل الضبط في الصناعة ينبغي أن يلتفت الى المجموع لا الى التفاصيل وأن ينظر الى مجموع الصناع لا الى افرادهم فانك اذا قابلت امتين مختلفتين ببعضهما كما لو قابلت مثلا امة الرومان التي كانت تحتقر الفنون الميكانيكية بامة الانكليز التي تبذل جهدها في اقامة الآلات الميكانيكية مقام الانسان في الشغل وجدت في صورة تساويهما في عدد افراد الصناع أن احداهما تزيد على الاخرى اناسا كثيرين لا يشتغلون بانفسهم كالبهائم

فكنت ترى في مبدء الامر عند الامة الرومانية عددا كبيرا من الناس يشتغلون بأنفسهم في ادارة احجار الطواحين لاجل طحن القمح وعصر الزيت ورفع الماء لما أن رؤساءهم كانوا يجهلون فن استعمال القوى الطبيعية الذي ينقذ الانسان من مثل هذه الاشغال الصعبة التي هي اليق بالبهائم المعدة لنقل الاحمال وجر الاثقال بخلاف الانكليز فان هذا الشغل عندهم انما يكون بقوة الماء والهواء والبخار

وكذلك فى الفنون الخشنية المستغلظة ترى أن جملة من الاعمال الصعبة المادية التى كان يعملها عند الرومانيين اناس اشبه بالبهائم لا تعمل الآن عند الامم المتمدنة الا بواسطة الآلات فعوضا عما كان عند الرومانيين من كثرة الملاحين الذين يسيرون المراكب بواسطة المجاذيف مع غاية المشقة التى بها صار هذا العمل يضرب به المثل فى كل شغل صعب بل واقول عوضا عن غير ذلك من اشغال السفن الصعبة استعمل المتأخرون قوة الهواء فتراهم الآن يستعملون البخار حتى استراح السفان من كثير من الاعمال التى تجعل صناعة البحر من اصعب الصنائع وان كانت متقدمة مستكملة

وغاية ما عرفته من الفرق بين شغالة المتقدمين وشغالة المتأخرين هو أن المتقدمين كانوا يعملون بأنفسهم الاعمال الصعبة التى هى أليق بالآلات واما المتأخرون فيعملونها مع الخفة والسهولة ألا ترى أن الاول كانوا يديرون الاحجار بأنفسهم والاخر يسنون الدبابيس وكان المتقدمون يحركون المجاذيف الثقيلة بأيديهم والمتأخرون انما يديرون اللوالب او يرفعون الصمام ومثل ذلك بحسب الظاهر لا يفضى الى تعب ولا يضر بصحة البشر

وقد اظهرت صناعة المتأخرين اعمالا كثيرة كان يجهلها القدماء بالكلية وكانت سببا فى اتساع دائرة العقل وازدياد المعارف فان طواحين الهواء والماء والبخار زيادة على كونها انقذت النوع الانسانى من معاناة هذه الاشغال الصعبة التى حقها أن تكون بواسطة الآلات تستدعى بالنظر لعمارتها وصناعتها كثيرا من الصناع الماهرين اصحاب المعارف الذين لهم خبرة بالميكانيكا والطبيعة والكيميا وكذلك بقية الحرف على اختلاف انواعها كصناعة الساعات والآلات الحسابية وآلات الهيئة وآلات النظر ونحو ذلك فانها تستدعى صناعا متمرنين ذوى قرائح ومعارف وبذلك يعرف أن الفنون التى جهلها المتقدمون وعرفها المتأخرون كثيرة جدا ولا شك أن كل فن منها يستدعى صناعا مخصوصين وآلات جيدة ومجموع ذلك كله يستدعى ايضا بالنظر لاجزائه وعموم ادارته وكذلك بالنظر لعملياته الاصلية اناسا ذوى خبرة صحيحة

وعقول ذكية رجيحة

ولا مانع أن يستنبط من ذلك اعتمادا على حوادث صحيحة واقعية انه مع توزيع الاشغال ومع الصناعة الآلية التى انخرط فى سلكها عدة فنون مستكملة بواسطة تقدمات هذه الفنون لاسيما باستكشاف الميكانيكا يوجد الآن من الصناع المحتاجين الى ماهو لازم لصنعتهم من الفطنة والممارسة اكثر مما كان يوجد منهم فى الزمن السابق عند الامم التى لم تكن الصناعة عندهم مستكملة وقد عن لى أن لا التفت الى ما وقع من الاعتراضات الواهية والمناقشات اللاغية فى شأن استعمال الآلات وتوزيع الاشغال لما أن ميل الحواس الى تكرار الحركات البسيطة السهلة المتشابهة مع الانتظام والسرعة يجعل هذا التوزيع من اهم الامور واكثرها فائدة

وانما يجب الالتفات الى معرفة الوسايط القوية المتنوعة التى تستعمل فى تحصيل نتيجة عظيمة من القوى البشرية المتوزعة على اشغال الصناعة بموجب تقسيم تلك الاشغال وتوزيعها اللازم وانما تحصل تلك النتيجة باستعمال العدد والآلات والأدوات الجيدة وبالاسراع فى العمليات سرعة مناسبة لقوة المواد وللاهمية ولزوم الاحتياجات التجارية وبأن يضاف الى ذلك جميع وسايط المعرفة والمهارة التى بها يمكن اجتناء ثمرة ما ينتج عن الملاحظة والدقة

فنبحث حينئذ عن تعليم الناس المعدين للصناعة وهذا التعليم ليس الغرض منه مجرد تعويد الاطراف والجسم على الحركة بل الغرض منه ايضا استكمال الحواس كما ذكرناه فى الدرسين الاولين وكذلك استكمال العقل ومعرفة القراءة والكتابة والحساب والهندسة والميكانيكا المستعملة فى الفنون

فمتى ضممنا جميع تلك الوسايط الى بعضها لاجل أن نحصل من القوة البشرية على اعظم نتيجة ممكنة تعجبنا غاية العجب من النتائج العديدة المتنوعة الكاملة المتحصلة من هؤلاء الناس * فاذا زدنا فى الناس المنهمكين على الصناعة وسايط المعرفة والتعود على الملاحظة فان استكمالات الفروع التى ينشأ عن مجموعها

نتائج عظيمة تزداد في جميع انواع الاشغال فتزداد بذلك الاختراعات وتكثر الابتداعات ولابد أن يكون فيها اشياء مهمة كثيرة النفع وبهذا تأخذ الصناعة في سرعة التقدم والاستكمال

وحيث اننا الى الآن لم نتكلم على اشغال النساء اليدية وجب علينا أن نلتفت الى هذا الغرض المهم فنقول ان قوة النساء العضلية أقل بكثير من قوة الرجال لانهن دائما عرضة لامراض كثيرة فانهن متى حملن صرن غير مقتدرات على الشغل البدني بالكلية بل ربما كن غير صالحات لاشغال الصناعة مطلقا في اواخر مدة الحمل وفي ايام الولادة وما قاربها وكذلك في مدة الرضاع وتربية الاطفال لا ينتفع بهن في اعمال الفنون الا نادرا

فحينئذ ينبغي أن لا يناط النساء الا بالاشغال التي مدخلية العقل فيها أعظم من مدخلية القوة الطبيعية فان عقولهن يملن الى الرقة كثيرا وفيهن قابلية لمزيد الالتفات والتنبه الى ما كان من الاشياء بسيطا سهلا لا ما كان صعبا يستدعي دوام الفكر وقوة الفطنة في جميع الاوقات

ولا يخفى أن الصناعة متى تقدمت وجد فيها اشغال كثيرة تليق بالنساء فان المرأة التي لا تقدر مثلا على مباشرة الاشغال الكبيرة بقوتها يمكنها أن تلاحظ حركة آلة قوية بأن توقفها عن الحركة او تحركها بواسطة رافعة صغيرة او وتر خفيف بحيث يمكنها اجراء هذا العمل احسن من القوى من الرجال

فعلى رؤساء المعامل والورش أن يوزعوا اشغالهم على الاشخاص توزيعا مناسبا بحيث يكون للنساء فيها وظائف يقدرن على اجرائها فبهذه الطريقة يمكنهم أن يقللوا اجرة الرجال وان كان مجموع اجر الصناع جميعا يبلغ مقدارا عظيما

وجميع ما قيل في حق النساء يقال في حق الاطفال بمعنى انه لا ينبغي أن يناطوا الا بما كان في وسعهم من الاشغال التي لا تضر بصحتهم وينبغي ايضا أن يعطى لهم من الزمن فسحة كافية تتسع فيها دائرة عقولهم بمبادي التعليمات (راجع ما يتعلق بذلك في الدرس الثامن والتاسع في الصناعة من الجزء الثاني من هذا الكتاب) وهناك امر آخر مهم جدا يتعلق بتربية طائفة الصناع

وهو انه يلزم تعويدهم بالتدريج على احترام بعضهم بعضا وعلى معرفة اهمية المعيشة الاهلية المنتظمة وتمرينهم على معرفة مايترتب فى الممالك المتمدنة من السودد والشرف على حسن سلوك الرجال والنساء وتوقير بعضهم بعضا الذى ينشأ عنه ايضا الالتئام والسعادة ومتى رأيت الراحة ناتجة عن تقدم الصناعة واستكمالها وجدت الاشغال البدنية التى كانت لاتعمل الا بالقوى البشرية تعمل بواسطة الآلات ورأيت اعمال الصناع تستدعى مزيد العلم والتفكر والفطنة والتمييز ورمما ترتب على هذا التغيير والاصلاح الحاصل فى الاشغال اصلاح الاخلاق وتهذيبها وبذلك تحصل مبادى السعادة الاهلية والراحة العامة

(الدرس الخامس)

(فيما يتعلق بقوى الحيوانات)

ومع مانحن عليه من استكمال العلوم واتساع دائرة الفنون لم نزل نستغرب ماعليه النوع البشرى من كمال العقل وقوة الفطنة التى وصل بها الى استعمال قوى المواد الغير الحية فى تحصيل محصولات منتظمة ونتائج صحيحة مضبوطة القياس من حيث أبعادها ومدتها وشدتها

واغرب من ذلك هو أن البشر عرفوا من مبدء التمدن والاجتماع والتأنس طريقة قمع الحيوانات ذات العنفوان والشدة وكيفية تذليلها وعرفوا ايضا طريقة تغيير مالا يقبل التغيير وميزوا بين طبائع الاجناس والاصناف وعرفوا كيف يكسبون هذه الحيوانات صفات التذلل والتأنس والانقياد والطاعة بدلا عن النفور والتوحش حتى انطبع ذلك فيها وصار من صفاتها الغريزية وهذا هو اول مااستكشفه العقل البشرى واستخرجه من حيز الجهالة ولكن هذا الامر الذى هو فى حد ذاته يوجب التعجب والاستغراب على الدوام قل استغرابه وتناقص استعظامه بسبب تكرره واعتياده

فقل أن يكون لنا الآن فضل فيما يصدر عنا فى هذا المعنى من التذليل والتأنيس والتعليم للحيوانات التى تأنست منذ مدة طويلة حتى صرنا نستخدم اصنافها

فى ضروراتنا واحتياجاتنا وصارت افرادها بالنسبة الينا كالعبيد والاصحاب بل اذا قابلنا هذه الافراد بافراد اخرى من صنفها متوحشة لم تتأنس ولم تخالط النوع الانسانى عرفنا انه لابد للبشر من مزيد المهارة والصبر والشجاعة حتى يذلل عدة عظيمة من تلك الحيوانات التى هى اكثر منه سرعة وقوة وجسارة

وليس فى الحيوانات المتأنسة مايستعمل فى الاشغال الا اصناف قليلة وذلك لان معظمها لايستعمل الا فى ضرورة الغذاء و القوت وبعضها يستعمل فى مجرد الحظوظ واللهو كالطيور المغردة والحيوانات المقلدة ومنها ماهو كثير التلطف والتودد فيكتسب بذلك منا الميل والمعزة حتى نتخذه صاحبا ورفيقا غير أن هذه الحيوانات لما كانت مجردة عن التصور والتفكر فى شأن صروف الدهر من سعادة وشقاء كانت فى خسة العبودية وذل التبعية على حالة واحدة بحيث لايزيد ذلك فيها بازدياد عظمنا وثروتنا ولاتنقص بنقصان اموالنا وقوتنا فلذا كان الانسان اذا اشتد فقره وصار على غاية من الفاقة والمسكنة لايبقى معه من الاصحاب الا الكلب

ثم انه زيادة على اهمال اصناف الحيوانات التى لاتستعمل الا فى اللهو والحظوظ وعدم التعرض للكلام عليها يلزم أن نقتصر هنا ايضا على اصناف الحيوانات التى يحصل عن قوتها محصولات ميكانيكية كثيرة الفائدة والمنفعة فنقول

ان هذه الاصناف المهمة تختلف باختلاف صورها الظاهرية وتراكيبها الباطنية وهذا الاختلاف الذى هو من موضوع علم التشريح المقابل والفسلوجية ينشأ عنه فى هذه الحيوانات تفاوتات شتى بالنظر الى قوتها من حيث هى و بالنظر الى كيفية استعمال قواها والى مدة الشغل الذى فى طاقتها ولما كان لا ينبغى لنا هنا أن نتكلم تفصيلا على هذه التفاوتات لكونها من موضوع علوم اخرى رأينا أن نقتصر على ايراد بعض امثلة سهلة متعارفة يتوصل بها الى معرفة هذه الاختلافات الكبيرة فيما يخص القوة

والتركيب فنقول

اذا اعتبرت حيوانا من حيث جمال صورته وقوة بنيته وكونه يرفع مع الخيلاء والاعجاب رقبته اللينة ورأسه الذى يلوح عليه علامات الحمية والشدة وكونه لين الجسم ناعم البشرة قابلا للحركات السريعة المتنوعة دقيق عظم الساق ثابت القدم اذا سار رأيت لسيقانه واقدامه انتقالات متنوعة واندفاعات مختلفة باختلاف انواع السير بطأ وسرعة وكذلك من حيث صبره على قطع المسافات الكبيرة واقتداره على مجاوزة الخنادق والحفر الواسعة والربوات العالية بوثبة واحدة وكونه هو الذى أمكن استعماله من الحيوانات لجبر ما فينا من البطء وعدم ادمان الحركة وجدت هذه الاوصاف الصحيحة وان كنا لم نستوعبها كلها متحققة فى صنف الخيل الذى أمكن للنوع الانسانى تذليله وتعويده على السير والحروب

واذا اعتبرت حيوانا آخر لم يكن على هذه الصفة اللطيفة بل كانت اعضاؤه صلبة ورأسه ضخما ثقيلا مرتبطا بالجذع بواسطة اعصاب كثيفة وجبهته عريضة لها قوة عظيمة فى الدفع والمصادمة وحركته فى المشى بطيئة لقصر سيقانه وعدم لين مفاصله لكنه كثير الصبر والمداومة على مكابدة العمل حتى انه يستغرق الايام الطويلة من الفجر الى الغروب ما عدا بعض اوقات قليلة للاستراحة فى شق الارض اليابسة الصلبة وجدت هذه الاوصاف متحققة فى صنف الثيران الذى ينبغى استعماله فى المجهودات العظيمة والمشاق الجسيمة مع التؤدة والتأنى

ومعرفة مثل ذلك اهم واولى من معرفة تأليف الحيوانات وتسييرها ومعرفة طبائعها بل واقول انها اهم ايضا من تعليمها وتربيتها وهى ليست اجنبية عما نحن بصدده غير انه لما كان استيعاب الاوصاف على الوجه المذكور مما يطول شرحه لزم أن نكتفى فى ذلك بالاحالة على ما ذكره منها بوفون فى طبائع الحيوانات فانه بذلك اكتسب الشهرة المخلدة وحاز الفضل وحسن السيرة الدائمة ما دامت تلك الحيوانات التى أحسن فى وصفها باسلوب فصيح

واجاد

وأجاد فى بيان طبائعها على وجه صحيح

وأحيل القارئ ايضا على مختصر مفيد للمؤلف بور يلى تكلم فيه على قوة الحيوانات وكذلك أحيله على بعض دروس من التشريح المقابل للمعلم جوويه جمعها ونشرها المعلم دى موريل احد اعضاء اكدمية العلوم فان هذه الدروس تكلمت على سكون الحيوانات وحركتها بملحوظات دقيقة ومناقشات نفيسة تنفع من أراد استعمال قوة الحيوانات فى الصناعة والاوفق أن يؤلف فى ذلك كتاب كامل يشتمل على تربية الحيوانات النافعة ويتكلم على الوسايط المتنوعة التى تستعمل فى تذليلها وتعويدها على الاشغال التى يحتاجها النوع الانسانى فاذا شرح هذا الكتاب بما يحتاج اليه من الهندسة والميكانيكة والتشريح والفسلوجية وامتحن مافيه من العمليات الاصلية باجرائها على القواعد والنتائج النظرية فلابد وأن نحصل منه على معارف جديدة جيدة تخص استعمال قوى الحيوانات فى اشغال الصناعة مع كثير من النفع والفائدة

وقد يستعان على الاشغال فى بلاد الشمال ببقر الوحش اذا تانس وفى بلاد المناطق المعتدلة بالفرس والحمار والبغل والثور والجاموس والكلب وفى الاقطار الحارة بالحمار المخطط والفيل والجمل والهجان وغير ذلك ولا نتعرض للبحث عن القوى الحيوانية التى يمكن استعمالها فى الصناعة بغير اقطارنا ولنقتصر على الاهتمام بمعرفة النوع الاصلى من الحيوانات الشغالة التى هى كلها من ذوات الاربع كما يشهد به العيان لفرط قوتها وقبولها للتأنس اكثر من غيرها ونبدء منها بالخيل لانها اكثر استعدادا للعمل والجر وانواع السرعة المتفاوتة والتجلد على قطع المسافات الطويلة اليومية فنقول

ان الخيل ليست على حد سواء فى الاستعداد لجميع انواع الحركة بل منها السمين الذى لا يصلح الا لجر الاحمال الثقيلة ومنها الضئيل النحيف المرتفع القامة الذى يصلح للعدو والجرى اكثر من غيره

والعادة دخل فى اكساب الخيل استعدادا قليلا او كثيرا لانواع كثيرة من

الاشغال فتجد الخيل المتعودة على السير فى البلاد الجبلية مثلا تصعد وتهبط على الطرق الوعرة المنحدرة بدون تعب بخلاف المتعودة على مجرد السير فى السهول

وبالجملة فأنواع الخيل مختلفة فمنها ماهو عالى القامة ومنها ماهو سمين ومنها ماهو قوى ومنها ماهو رشيق خفيف وهى ايضا متفاوتة فى هذه الاوصاف قلة وكثرة وبموجب تلك الاوصاف المختلفة يكون استعمالها فمنها مايستعمل للزينة والرفاهية ومنها مايستعمل فى الاشغال النافعة كغيره من الحيوانات المعدة للحمل اوالجر ومنها مايستعمل فى السير البطئ ومنها مايستعمل فى السريع سواء كان كل من البطء والسرعة قليلا اوكثيرا وفى مملكة فرانسا بعض أنواع من الخيول الظريفة المستكملة لجميع الشروط اللازمة لسائر الاشغال الاانها السوء الحظ قليلة الافراد وهى ايضا صغيرة ضعيفة فان الحروب الاخيرة هلك فيها بالتدريج معظم تلك الخيول النفيسة حتى اضطررنا الى بذل المجهود فى تعويض ماخسرته الصناعة من هذا النوع

ثم ان الفرس الجيد الذى يحمل فارسه وجميع مايلزم لهما من الادوات واللوازم يمكن أن يقطع مع هذا الحمل الذى يبلغ ٩٠ كيلوغراما مسافة ٤٠ كيلومترا فى ظرف سبع ساعات اوثمانية من كل يوم فتكون جملة شغله اليومية ٣٦٠٠ كيلوغرام منقولة الى كيلومتر واحد

والحمل المعتاد للفرس المعدود من حيوانات الاحمال قد يحصل فيه التفاوت من ١٠٠ الى ١٥٠ كيلوغراما بمعنى أن نتيجة شغله النافعة ٤٠٠٠ كيلوغرام منقولة الى كيلومتر واحد فى طريق أفقية تقريبا

وقد سبق أن نتيجة شغل الحمال اليومية عبارة عن حمل قدره ٤٤ كيلوغراما ينقل الى ٢٠ كيلومترا أعنى ٨٨٠ كيلوغراما منقولة الى كيلومتر واحد وذلك عبارة عن خمس نتيجة الشغل اليومى للفرس المستعمل لحيوانات الاحمال فعلى هذا يمكن نقل هذا الحمل فى يوم واحد الى نفس تلك المسافة بعشرين فرسا او بمائة رجل فاذا جرينا على ماهو المعتاد من تقويم قوة

فرس

فرس الحمل بقوة ثلاثة رجال يحملون الاثقال على ظهورهم فأقل ما يبلغ الخطأ ٤٠ في كل مائة

وأعظم طريقة في استعمال الخيل هي أن تستعمل لحيوانات الجر لا لحيوانات الحمل فاذا عملنا بمقتضى ما يوجد في الخانات التي تخرج منها الاحمال من الحسابات المنظور فيها الى القوة المتوسطة لخيول الجر رأينا أن الفرس يمكنه أن يجر في اليوم الواحد ٧٠٠ كيلوغرام فصاعدا الى ٧٥٠ بدون أن نحسب في ذلك ثقل العربة ويمكنه أيضا أن يقطع بهذا الحمل على طريق أفقية مسافة ٣٨ كيلومترا في اليوم الواحد فعلى ذلك تكون نتيجة شغله النافعة ٧٠٠ كيلوغرام او ٧٥٠ مكررة ٣٨ مرة ومنقولة الى كيلومتر واحد بمعنى انها في الصورة الاولى تساوى ٢٦٦٠٠ كيلوغرام وفي الثانية ٢٨٥٠٠ كيلوغرام منقولة الى كيلومتر واحد ومن هنا تظهر منفعة الآلات فان استعملنا آلة بسيطة خفيفة الكلفة كالعربة النقالة ذات العجلتين رأينا أن ما كان ينقل بالحمل على الظهر ٤٠٠٠ كيلوغرام الى مسافة كيلومتر واحد ينقل بجر هذه الآلة قدر ذلك سبع مرات

ولو قابلنا شغل حصان ينقل بالجر بشغل انسان يحمل على ظهره وجدنا نتيجة الاول قدر نتيجة الثاني ٣٢ مرة فاذن كل اثنين وثلاثين حمالا لا ينقلون بالحمل على ظهورهم الا حمل حصان واحد ينقل بالجر وهذه نتيجة مهمة جدا

وخيول الجر تمشي دائما بالتأني والراحة وانما تكون حركتها بطيئة قليلا في الصعود وسريعة قليلا في الهبوط وهذا تقريبا كسير الجيوش الفرنساوية السريع فهي تقطع في الساعة الواحدة مسافة ٤ كيلومترات فأكثر الى ٥

ولنتكلم الآن على شغل الخيل المستعملة في جر العربات مع سرعة السير فنقول ان عربات السفر اى العربات التي ينزل فيها المسافرون لا يجرها عادة الا الخيول

التى تسير خببا بحيث تقطع فى الساعة الواحدة بريدا أعنى ٨ كيلومترات فعلى ذلك تقطع فى اليوم الواحد مسافة ٣٤ كيلومترا فصاعدا الى ٣٨ وهى على العموم كل واحد منها ينقل ثلاثة اشخاص بأمتعتهم ولا يحسب عادة على السياح ١٥ كيلوغراما من أمتعته بل ربما كان معه ضعف ذلك بدون حساب ولا يحسب عليه ايضا مامعه من الصرر التى تخص مأموريته مع أن ذلك كله محمول على العربة وحينئذ فلامانع أن نقول بدون مبالغة ان جملة الاثقال التى لا تحسب على كل مسافر تبلغ ٥٠ كيلوغراما وباضافتها الى زنة جسمه المقدرة بسبعين كيلوغراما تبلغ ١٢٠ كيلوغراما وباضافة ذلك الى الثقل المقدر لكل حصان تبلغ ٣٦٠ كيلوغراما فاذا ضربنا هذا العدد فى ٣٦ كيلومترا التى هى مقدار المسافة المتوسطة المقطوعة فى اليوم الواحد تحصل معنا ١٢٩٦٠ كيلوغرامامنقولة الى كيلومتر واحد

وقد كان يمكننى أن آخذ بعض هذه الحسابات من رسالة جونيوو التى ألفها فى تجربة علم الآلات الانى وجدت النتائج التى استخرجها من هذه الحسابات تحتاج الى بعض تحقيق ونظر

ثم اننا نجد مقدار ١٢٩٦٠ كيلوغراما المنقول الى كيلومتر واحد هو النتيجة النافعة للحصان الذى سرعته فى السير ضعف سرعة حصان الجر الذى نتيجته النافعة ٢٥٨٠٠ كيلوغرام منقولة الى كيلومتر واحد فعلى ذلك اذا لم نعتبر الا ثقل الاشياء المراد نقلها والمسافة المراد قطعها بدون اعتبار للزمن رأينا أن الاصوب استعمال خيول الجر دون خيول عربات السفر

ولاجل نقل الاثقال والاشخاص من مدينة باريس الى مدينة كالس تأخذ عربة السفر على كل كيلوغرام اجرة متوسطة قدرها ٢٥ سنتيما واما عربة الجر فتأخذ على كل كيلوغرام ٩ سنتيمات

ونسبة النتائج النافعة اليومية لخيول السفر وخيول الجر كنسبة ١٠٠ : ٢٢٠ بخلاف نسبة اجر النقل فانها كنسبة ٢٧٨ : ١٠٠ فحينئذ

يومية حصان عربة السفر تزيد على يومية حصان عربة الجر الربع تقريبا ولكن هذه الاجرة لابد منها لاصحاب البوسطة مكافأة لهم على سرعة خيلهم ولابد منها ايضا الصناع عربات السفر نظرا الى أن عرباتهم أعلى قيمة من عربات الجر

وهذا التقريب يكفي في بيان أن تقويمنا للنسب التي بين النتائج النافعة لعربات السفر وعربات الجر ليس بعيدا عن المقدار المتوسط الحقيقي لان مثل هذه المباحث يقتصر فيها على التقريب الممكن

واذا لم نلتفت الا الى الاقتصاد في كمية العمل وأجرة النقل فلا نستعمل الا عربات الجر كما تقدم

ثم ان عربات السفر الاولية اى التي هي اول ما صنع من هذا النوع كانت لا تزيد في السرعة على عربات الجر الا قليلا ومع ذلك كان في استعمالها اقتصاد ووفر عظيم وكانت ملايمة للبلاد التي كانت فيها الصناعة اذ ذاك غير متقدمة والمعارف غير متسعة ولكن كلما تقدمت الفنون واتسعت دائرة التجارة وجدت كما في الدرس السابق أناسا كثيرين من اصحاب الاشغال المهمة يعرفون قيمة الزمن حق المعرفة فمثل هؤلاء الاشخاص يحبون السفر بغاية السرعة ولو بلغت الاجرة ما بلغت فهذا هو اصل زيادة السرعة في عربات السفر بالتدريج ومن ثم كانت البلاد التي استكملت فيها الفنون واتسعت فيها دائرة التجارة هي التي يسافر فيها الاشخاص مع غاية السرعة ففي بلاد ايطاليا لا يسافرون الا على عربات سرعتها تزيد النصف على سرعة عربات الجر وفي فرانسا تكون سرعتها ضعف سرعة عربات الجر مرة اومرتين وفي انكلترة ثلاثا او اربعا وكثير من طرق هذه المملكة ما تقطع فيه الخيل في الساعة الواحدة مسافة ١٢ كيلومترا وفي اليوم الواحد مسافة ٤٠ كيلومترا فصاعدا الى ٤٨

وكل أربعة من خيل الانكليز تجر أربعة اشخاص يجلسون في داخلها وتسعة فوقها واثنين في محل العربجي فالمجموع خمسة عشر

فاذن كل حصان انكليزى يجر ثلاثة أشخاص و $\frac{٣}{٤}$ وذلك اكثر من الخيل الفرنساوية ولكن العربات الانكليزية خفيفة جدا حتى انه لايحتاج فيها الى سواق يركب ظهر الحصان فينقص قوته الثلثين تقريبا

فاذا قدرنا أن السياح مع اثقاله يبلغ فى انكلترة ١٢٠ كيلوغراما كما فى فرانسا رأينا أن الحصان الانكليزى ينقل ٤٥٠ كيلوغراما الى مسافة ٤٠ كيلومترا وهو يساوى ١٨٠٠٠ كيلوغرام منقولة الى مسافة كيلومتر واحد (وليلاحظ أن اثقال السياح فى انكلترة أقل بكثير مما فى فرانسا كما أن عربات السفر فيها لاتحمل من الاثقال ماتحمله العربات الفرنساوية)

فاذن النتيجة النافعة للحصان الانكليزى الذى يجر عربة السفر تزيد نحو الثلث تقريبا على نتيجة الحصان الفرنساوى

وقد تصدى بعض مؤلفى الارلندية الى مقابلة الصناعة الفرنساوية بالصناعة الانكليزية فلم يقتصر على أن يفضل بكثير ابناء وطنه على اهل فرانسا بل فضل ايضا خيول مملكته على الخيول الفرنساوية وجعل بينهما تفاوتا عظيما حيث اثبت بمقتضى حساباته أن نسبة قوة الحصان من خيول البريد المستعملة فى أدنى البوسطات ببلاد انكلترة الى قوة الحصان الفرنساوى المستعمل فى جر عربات السفر كنسبة ٩ : ٤ مع انك اذا قومت زنة الاثقال والعربات تقويما صحيحا وجدت النسبة الحقيقية لاتبلغ ٦ : ٤

ومع انه قد تبين خطأ هذا المؤلف فى حساباته فعلينا أن نلاحظ أن الامة التى لاتفضل خيلها على خيل البلاد المجاورة لها الا بالثلث او الربع فقط تكون على فائدة عظيمة ومنفعة جسيمة اذ بواسطة هذه الحيوانات المساوية للحيوانات المفضولة فى العدد وفى كمية الغذاء تقريبا تكون النتيجة المتحصلة عندها زائدة الثلث او الربع على النتيجة المتحصلة عند غيرها من اصحاب الخيول المفضولة ولكن خيول انكلترة المستعملة فى انواع الاشغال الصناعية على العموم لاسيما المستعملة فى جر العربات عموما يزيد عددها بكثير على عدد الخيول المستعملة

في هذه الاشغال ببلاد فرانسا فعلى ذلك يكون الانكليز اكثر جدا في الحركة والانتقال من الفرنساوية

وقد اشتغلت فيما أبديته من الابحاث في شأن قوة ابريطانيا الكبرى بالمقابلة بين محصولات هذه المملكة المتحصلة من النوع الانساني وغيره من الحيوانات ومحصولات مملكة فرانسا فظهر من ذلك بين المملكتين نسبة تقريبية ينبغي الالتفات اليها ولنبدأ من ذلك بمقابلة عدد الافراد من كل نوع فنقول

	في فرانسا	في ابريطانيا الكبرى	نسب
النوع الانساني	١٣٠٠٠٠٠٠	١٥٠٠٠٠٠٠	٢٠٨٦ : ١٠٠٠
الخيل	٢١٢٢٦١٧	١٧٩٠٠٠٠	١١٨٦ : ١٠٠٠
البقر وغيره	٦٩٧٣٩٧٣	٥٥٠٠٠٠٠	١٢٦٧ : ١٠٠٠
الحيوانات ذوات الصوف	٣٥١٨٨٩١٠	٢٦١٤٨٤٦٣	١٣٤٦ : ١٠٠٠

ولنقابل الآن عدد النوع الانساني بعدد الحيوانات بأن نذكر من هذه الحيوانات عددا يناسب عشرة آلاف من الاهالي فنقول

	في فرانسا	في ابريطانيا الكبرى	نسب
الخيل	٦٧٨	١١٩٣	١٠٠٠٠ : ١٧٥٩٦
البقر وغيره	٢٢٢٧	٣٦٦٦	١٠٠٠٠ : ١٦٤٦١
الحيوانات ذوات الصوف	١١٢٤٢	١٧٤٣٢	١٠٠٠٠ : ١٥٥٠٦

فاذا جعلنا قوة الانسان المتوسطة حدا للمقابلة ظهر لنا على وجه التقريب من الاعداد الآتية القوى المتحصلة من الانواع الآتية

	في فرانسا	في ابريطانيا الكبرى
المتحصل من النوع الانساني	١١٠٠٠٠٠٠	٥٠٠٠٠٠٠
من الخيل	١١١٠٠٠٠٠٠	١٠٠٠٠٠٠٠
من البقر وغيره	٢١٠٠٠٠٠٠	١٦٥٠٠٠٠٠
فيكون مجموع تلك القوى الحيوانية	٤٣٠٠٠٠٠٠	٣١٥٠٠٠٠٠

وبناء على ذلك تكون نسبة مجموع قوى النوع الانسانى فى مملكة فرانسا الى مجموع قوى غيره من الحيوانات كنسبة عشرة الى تسعة وعشرين وفى اربطانيا الكبرى تكون نسبة مجموع قوى النوع الانسانى الى مجموع قوى غيره من الحيوانات كنسبة عشرة الى ثلاثة وخمسين

واما الزراعة التى يستعمل فيها معظم قوى الحيوانات غير النوع الانسانى فان شغل الانسان اللازم فيها لتكميل هذه القوى لا يقوم به فى اربطانيا الكبرى الا ثلث الاهالى بخلاف فرانسا فانه لابد فيه من الثلثين وعليه فالمخصوص باشغال الفنون والصنايع من اهل اربطانيا الكبرى هو الثلثان ومن اهل فرانسا الثلث فقط وهذا بمجرده يدل على ان المحصولات الصناعية والتجارية التى تحصل فى اربطانيا الكبرى بواسطة القوة الحيوانية المنضمة الى القوة الانسانية تفوق بكثير محصولات فرانسا

ولهذه الحيوانات المستعملة فى اشغال الصناعة والفنون منفعة اخرى فى الصناعة فانه يحصل منها مواد اولية كثيرة النفع والفائدة حتى ان الصناعة فى اربطانيا الكبرى تجد كثيرا من المواد الاولية اللازمة لكل شخص من حيث شغله وصنعته كالجلد والشعر والقرون والعظام والامعاء وغيرها ويزاد على ذلك اصواف الحيوانات ذوات الصوف وجلودها فلذا كانت اشغال الصناعة يلزم لاجرائها مع ملاحظة النسبة المقررة كمية عظيمة من الاشخاص وكذلك الحيوانات التى يستعين بها الانسان على اشغاله فانه يحصل منها ايضا فى اربطانيا الكبرى مقدار عظيم من المواد الاولية بالنسبة لما فى فرانسا ولما كانت حيوانات اربطانيا الكبرى على العموم اقوى من حيوانات فرانسا كان الغذاء المتحصل منها للانسان فى نسبة ١ الى ٣ تقريبا وحيث كان هذا الغذاء الحيوانى بتلك المثابة اى زائدا بقدر ثلاث مرات فان شغالة اربطانيا يكتسبون منه ايضا قوة عضلية كبيرة ويكتسبون منه ايضا قوة على تحمل المشاق الصعبة والتجلد لها زمنا طويلا

هذا ولا اطنب هنا فى هذه الملحوظات لانى سأتكلم عليها تفصيلا وأبينها بيانا شافيا عند طبع بعض رحلاتى الذى تكلمت فيه على القوة المنتجة فى ابريطانيا الكبرى

وقد عد فى مملكة انكلترة ١٠٠٠٠٠ حصان من الخيول الجرارة المعلقة فى العربات الصغيرة والكبيرة التى تشتغل ثلثمائة يوم من السنة ويجر كل واحد منها فى كل يوم ٨٠٠ كيلوغرام الى مسافة ٤٠ كيلومترا فيكون المجموع الكلى فى السنة الواحدة ٩٦٠٠٠٠٠٠٠٠٠ من الكيلوغرامات منقولة الى مسافة كيلومتر واحد فاذا أضفت الى هذا المقدار الشغل الذى لا ينقص عن عشرة اضعاف المجموع المذكور كالشغل المتحصل من خيل عربات السفر وعربات البوسطة وخيل التعليم وخيل الحرث عرفت كمية القوى العظيمة التى ينتفع بها الانسان من الخيل فى اراضى انكلترة القليلة الاتساع ولا تنس أن مجموع القوى المتحصلة عن الآلات البخارية يزيد بكثير عن مجموع قوى خيول الجر وخيول الزينة معا فاذا حسبت بعد ذلك ما يستعمل فى الملاحة على الانهار والخلجان والشواطئ من قوى الماء فى الآلات المائية وقوى الماء والانسان جميعا عرفت كيف تكون البلدة الصغيرة من بلاد اوروبا معدودة مع صغرها من البلاد التى تكون فيها القوة على العموم أعنى مجموع ما يستعمل فيها من القوى الطبيعية كبيرة جدا

ثم ان الانكليز لم يكتفوا بتكثير عدد الحيوانات التى يستعملونها بل اعتنوا ايضا بتحسين اصلها فتوصلوا بذلك الى تحصيل خيول جيدة ليست جودتها مقصورة على مجرد الزينة والسبق بل تصلح ايضا للجر والشغل بل الظاهر انهم نجحوا فى الاخيرين اكثر من الاولين ولكن حيث كان اغلب الناس على حب المظهر والزينة والمباهاة كانت المسابقة والرماحة العظيمة فى مملكة انكلترة سببا فى شهرة خيالة الانكليز اكثر من غيرهم بخلاف حيواناتها المستعملة فى الجر فانها وان كانت قوية سريعة السير مع المداومة والمواظبة الا انها دون ذلك فى الذكر والشهرة

ولما قابلنا شغل خيل عربات السفريين فرانسا وانكلترة وجدنا هذه الخيول يتحصل منها فى الثانية اكثر مما يتحصل منها فى الاولى حيث انها فى انكلترة تحدث نتيجة نافعة لاتزيد على ٥٠ فى كل مائة

واما خيول جر الاثقال فانها فى انكلترة تزيد فى القوة على خيول فرانسا الربع تقريبا

وهذا فى الحقيقة نقص ينبغى للحكومة والتجارة والصناعة ازالته بل وأظن انه يجب على ان أنبه عليه جميع الاهالى وجميع ابناء الوطن الذين يحبون وطنهم فان ذلك يعود علينا بالمنفعة العظيمة والفائدة الجسيمة وأقول ايضا انه يجب علينا وجوبا اكيدا أن نهتم كل الاهتمام بتحسين اصل الخيل وأن لاندع شيأ من اوصاف الجودة والحسن الا ونكسبها اياه وعوضا عن كوننا نستعمل فى البوسطة خيلا صغيرة ضعيفة تقاد او تساق و يثقلها ثقل سوّاقها نستعمل فيها خيلا بالجم وعربجية او خيلا طويلة القامة يركبها صبيان خفاف الاجسام نحفظ قوتها بتدبير الغذاء ونعتنى بصحتها فى جميع الاوقات فبهذه الطريقة يحصل عما قليل تغير عظيم تزيد به الثروة الاهلية والقوة العمومية

وفى جميع اشغال الفنون تستعمل الخيل غالبا فى التدوير ونقل الاثقال الى محال بعيدة قليلا او كثيرا وفى جميع هذه الاحوال ماعدا بعض احوال خصوصية تستدعى الاسراع والجرى ينبغى تسيير الخيل بالهوينا على مهل حتى تحدث اعظم نتيجة مفيدة و ينبغى ايضا فى الاحوال التى تستدعى الاسراع أن تكون السرعة على حسب بنية الحيوان وقوته

ولما قوبلت النتيجة التى تحدثها خيول الجر بالنتيجة التى يحدثها الرجال الجرارة وجد الفرنساوية نتيجة الفرس قدر نتيجة سبعة اشخاص

ومقتضى الحساب الذى ذكرناه فى الدرس الثالث أن الشغال الذى يشتغل بجر العربات اذا نقل فى اليوم الواحد ٢٣٠٠ كيلوغرام الى مسافة كيلومتر واحد فحصان الجر ينقل فى اليوم الواحد ٢٨٥٠٠ كيلوغرام الى مسافة كيلومتر واحد فحينئذ تكون نتيجة الحصان مساوية لنتيجة اثنى عشر

شخصا ونصف

فاذا قدرنا حينئذ أن اجرة الشغال فى كل يوم فرنك واحد و ٥٠ سنتيما كانت أجرته فى اثنى عشر يوما ١٨ فرنكا و ٧٥ سنتيما وأجرة الحصان الذى يحدث هذه النتيجة فى يوم واحد لاتزيد على ٤ فرنكات فاذا زدنا على ذلك أجرة السواق التى قدرها فرنكان بلغت أجرة الحصان بتلك الزيادة ٦ فرنكات مع ان أجرة الشغالة الذين يحدثون هذه النتيجة بعينها تبلغ ١٨ فرنكا و ٧٥ سنتيما فاذا استعملنا عربة تجرها ستة خيول مع سواق واحد أجرته ٣ فرنكات فى اليوم كانت أجرة كل حصان ٤ فرنكات و ٥٠ سنتيما وهى لاتبلغ ربع أجرة الشغالة الذين يحدثون هذه النتيجة

ولنتكلم الآن على قوة الخيل المستعملة فى جر الاثقال فنقول انه يلزم قبل كل شئ بيان وصف الآلة التى بها يكون للجر قياس صحيح وهى المسماة بالدينامومتر

والمخترع لهذه الآلة هو موسيو رنية الذى كان سابقا محافظ خزينة المدافع الكبرى وكان اختراعه لها اجابة لسؤال كل من جينو ددوموتبليارد والشهير بوفون اللذين اجتهدا غاية الاجتهاد فى بيان المنفعة الصحيحة لقياس القوى الميكانيكية وكان قد اخترع قبل ذلك جراهام آلة تعرف بها تلك القوى غير انها كانت عسرة البيان ويلزم لتركيبها كمية كبيرة من الاخشاب وقد وصف هذه الآلة تفصيلا ديزاجوليرس فى كتاب الطبيعة

وقد اخترع ايضا موسيو لوراى احد اعضاء اكدمية العلوم القديمة آلة من هذا النوع مركبة من انبوبة معدنية طولها من ٣ دسيمترات الى ٤ وموضوعة وضعا عموديا على قائمة كقائمة المصباح ومحتوية على لولب ذى مواسير عليه قصبة مدرجة فى رأسها كرة واذا ضغطت هذه القصبة بالاصبع دخلت فى الانبوبة كثيرا اوقليلا على حسب الضغط فبواسطة هذا القياس المدرج يتبين مقدار الضغط وبه تعرف قوة الضاغط للكرة بأصبعه

او بيده وهذه الطريقة وان كانت عظيمة الا انها لا تضاهي طريقة موسيو رنية في الصلاحية لقياس جميع انواع العمل

وذلك أن موسيو رنية استعمل لولبا طويلا مغلوقا يمكن استعماله على طريقتين احداهما ضغطه بالعرض فتعرف به القوى الضعيفة الصغيرة وثانيتهما ضغطه بالطول فتعرف به القوى الشديدة الكبيرة وذلك أن هذا اللولب يحرك ابرة على عقرب مدرج تدريجين اولهما عليه علامة الكيلوغرام لبيان القوى الصغيرة وثانيهما عليه علامة الميرياغرام لبيان القوى الكبيرة ومتى عرفنا قوة جر الخيل عرفنا قوتها الوقتية اى مجموع قوتها اليومية فنجدها كبيرة جدا بالنسبة الى قوة الجر

فاذا استعملنا مقياس رنية وجدنا الخيل تحدث في قليل من الزمن جرا يساوي جر الخيل الذي يتعلق به ثقل زنته من ٣٠٠ كيلوغرام فصاعدا الى ٥٠٠ كيلوغرام فيكون الحد المتوسط للجر ٤٠٠ كيلوغرام

ولما كانت الخيل التي تحدث أعظم نتيجة في الجر الوقتي هي التي تحدث في اليوم أعظم نتيجة في الشغل قدر موسيو رنية قيمة خيل الجر على حسب مقياسه وقال ان هذه الآلة وسيلة للمشتري يعرف بها قيمة الدابة التي يريد شراءها قبل أن يعرف سيرها

واذا استمر الفرس على شغل واحد مدة يومه أحدث من الجر ما يساوي ٦٠ كيلوغراما فصاعدا الى ٩٠

فاذا فرضنا حينئذ أن قوة جر الفرس تساوي قوة سبعة اشخاص استنتجنا من ذلك أن الانسان اذا اشتغل مدة يومه لا يحدث من الجر الا ٨ كيلوغرامات فصاعدا الى ١٣ وذلك أقل بكثير مما يحمله على ظهره و يقطع به المسافة التي يقطعها الفرس

ولنلاحظ ايضا أن جر الفرس لخمسين او سبعين كيلوغراما على ارض أفقية هو أقل بكثير مما يحمله كدواب الاحمال وذلك تقريبا نحو النصف

واذا أحدث كل من الفرسين المعلقين في المحراث نتيجة تساوي ٧٢ كيلوغراما

وقطعا

وقطعا مسافة ٢٦ كيلو مترا كانت نتيجة جرّهما اليومية تساوى ١٨٧٢ كيلوغراما مرفوعة الى كيلومترواحد

وفى بلاد انكلترة يقدرون أن الفرس الذى يشتغل مدة ثمانى ساعات ويقطع فى كل ساعة ٤ كيلومترات يجر مع قوة تساوى ٩٠ كيلوغراما ثقلا يساوى ٤ × ٨ × ٩٠ = ٢٨٨٠ كيلوغراما مرفوعة الى كيلومترواحد وذلك تقريبا هو عشر الثقل الذى ينقله الفرس المستعمل فى جر العربة

وينتج من ذلك أن استعمال العربات يجعل الانتقال الافقى أسهل من الجر بغير آلة عشر مرات مع أن هذه السهولة لا تبلغ زيادتها عادة الاثمانية

وقد عمل موسيو رمفور عدة تجارب عظيمة ليختبر بها نسبة الاثقال المنقولة على العربات الى قوة الجر فوجد العربة التى تحتوى على ثلاثة أشخاص تزن ١٠٦٠ كيلوغراما

ووجد الجر على الارض المبلطة يساوى ماهو مذكور فى الجدول الآتى فرأى أن الجر مع المشى الهوينا أقل ما يساوى ٢٠ فصاعدا الى ٢٢ كيلوغراما

ومع الهرولة	٢٤	الى	٢٨
ومع الخبب	٤٢	الى	٤٧
ومع العدو	٦٠	الى	٦٥

والظاهر أن هذا الاختلاف مناسب لسرعة الخيل تقريبا بمعنى أن المسافة المقطوعة تبين كمية العمل المنصرفة بضرب الجر اى القوة فى الزمن

على الارض	فالجر مع المشى الهوينا يساوى	٣٨ فصاعدا	الى	٤٢ كيلوغراما
	ومع الهرولة	٤٠	الى	٤٢
	ومع الخبب	٤٠	الى	٤٤
	ومع العدو	٤٢	الى	٥٠
وعلى الارض الكثيرة الرمل	مع المشى الهوينا	٨٠	الى	٩٠
	ومع الهرولة	٨٠	الى	٩٠
وعلى جسر سنت كاود المحجر	مع المشى الهوينا	٣٦	الى	٤٠
	ومع الهرولة	٤٠	الى	٤٢

و بمقتضى هذه التجارب تكون نسبة قوة الجر بعربة مسيو رمفور مع المشى الهوينا على البلاط الى مجموع الثقل المنقول :: ١ : ٢٠
ولكن اذا لم نعتبر الا الاشخاص الثلاثة الذين فى العربة وجدنا النتيجة النافعة هى نقل ثقل يساوى الجر الضعيف عشر مرات و يلزم أن نلاحظ بعد ذلك أن زنة الاشياء المنقولة فى عربات السفر كزنة العربات المعتادة تقريبا فلذا امكن أن نعتبر أن قوة جر خيول عربات السفر تساوى عشر الثقل المناسب الذى تنقله هذه الخيول بدون أن يكون فى ذلك خطأ بين وان كانت الخيل تكابد فى الهرولة من المشقة ما لا تكابده فى المشى الهوينا اذا كان سيرها على ارض مبلطة

ثم ان مسيو رمفور لما سافر الى بلاد ايطاليا (سنة ١٧٩٣) و (سنة ١٧٩٤) من الميلاد عمل تجارب نافعة ليعرف بها الاوفق من انواع السفر هل هو المشى الهوينا الذى هو عادة المسافرين الذين يسيرون مدة النهار من طلوع الشمس الى غروبها او هو سير الهرولة الذى يفعله المسافر مدة اربع ساعات او خمسة من كل يوم مع الاستراحة مدة طويلة فرآى بمقتضى تجاربه أن خيله بعد أن سارت خمسة عشر يوما مع الهرولة التى كانت تقطع بها فى كل يوم من تلك الايام ثمانية فراسخ او عشرة أحسن حالة من كونها قطعت هذه المسافة بعينها فى الايام المذكورة مع المشى الهوينا وهذا من النوادر الغريبة ومنشاؤه ضرورة هو أن جر خيوله المذكورة لم يصل الى الحد الذى يمكنها تحصيله بل كان أقل منه ولا مانع أن مسيو رمفور كان يسير فى طريقه على ارض محجرة او كان فى الغالب يسير على ارض معتادة لا على ارض مبلطة

وفى كل وقت يمكن معرفة ما يصرف من القوى اللازمة للجر بالجر نفسه فاذا كان جر ٤٠ كيلوغراما مع المشى الهوينا على الارض المعتادة يدل على كمية القوى المنصرفة فى المدة اللازمة لقطع كيلومتر واحد مع السير المعتاد فجر القرس لستة وأربعين كيلوغراما مع الهرولة أعنى مع سرعة تساوى السير السابق مرتين فى نصف المدة المتقدمة انما ينتج عنه فى شان القوى

المنصرفة ٢٣ لاغير ونصف المدة الباقى يكون للاستراحة وتعويض مافقد من القوة فى النصف الاول

وبذلك يعلم سبب كون الايطاليين عند عبورهم النجود اى الاراضى المرتفعة يركضون خيولهم حتى تهرول وتسرع السير وذلك لان مايفقده الفرس من القوى فى الصعود مع السير السريع أقل مما يفقده منها مع السير البطئ ويؤخذ من ذلك أن الخيل اذا قطعت مسافة الطريق مع السير السريع ثم وقفت للاستراحة يكون تعبها فى هذه الحالة دون تعبها فى السير البطئ حتى تصل الى آخر الطريق

وفى بلاد انكلترة تجد خيول عربات السفر تقطع النجود بالهرولة وسرعة السير مالم تكن هذه النجود صعبة جدا اى انها تقطعها بسرعة دون سرعة السهول بخمس اوسدس وقد شاهدت ذلك فى كثير من الطرق والساعة فى يدى

وقد كان الفرنساوية الى هذه السنين الاخيرة يخطئون فى تحميل عربات السفر احمالا جسيمة متجاوزة الحد وأرجو عدم المؤاخذة فيما أقوله فى شأنهم مما يتعلق بذلك لانه عين الواقع وهو أنهم كانوا فى أغلب الاوقات يستعملون الخيول العاطلة المجردة عن الاستعداد فى توصيل عدد معلوم من السياحين والاثقال بحيث اذا صادفت فى طريقها بعض ارتفاعات قليلة اوكثيرة اضطر الى ارتكاب أمرين أحدهما ترجى السياحين فى النزول والثانى تسيير الخيل بسرعة أقل من الهرولة أربع مرات وذلك من اقبح الطرق وبالجملة فجميع مايتعلق بخدمة العربات العمومية مكث مدة طويلة فى مملكة فرانسا وهو على غاية من القبح والجهالة وسائر العيوب الظاهرة ولم تتوصل الى هذه الحالة السهلة البسيطة الا بتداول الازمان والاقتدار على الكلام والتعبير وقوة التفهم والتفهيم ورخصة تعهد العربات حتى ترتب على ذلك أن صار الاهالى يأخذون من العربات مايناسب حوائجهم وضروراتهم ويلايم حظوظهم ومسراتهم

ثم انى لا أطنب فى الكلام على قوة الخيل وان كانت اعظم القوى الحيوانية

بل ربما كان لايستعمل فى اشغال الآلات سواها ونع مايترتب من الفوائد على مقابلتها بغيرها من قوى الحيوانات الاخرى لانبسط الكلام فى هذا المعنى بأى وجه كان وانما نقتصر على بعض تنبيهات لابد منها فى شأن الحيوانات لما انها من أهم الامور نظرا لعموم نفعها من وجهين وهما الثروة وتهذيب الاخلاق فنقول

انه كان من جملة قوانين اثينا مدينة حكماء اليونان قانون مستحسن يامر بقتل كل من سلك مسلك القسوة والجبر فى شأن الحيوانات وليس ذلك لمجرد رعاية الحيوان فقط بل كانوا يخشون أن هذه القساوة ربما جرت صاحبها الى أن يعامل بها امثاله من النوع الانسانى فكان هذا القانون يمنع وقوع بعض المصائب المخوفة وهو مايذهب بالشفقة والرأفة من قلوب امة من الامم

ولا يكفى أن نقتصر على مافى ذلك من تهذيب الاخلاق بل يلزم أن نتكلم ايضا على مافيه من النفع والفائدة فان اسلوب كلامنا هذا وماسقناه فى هذا الشأن من الادلة يدلان على فائدة الحيوانات والآدميين حيث انتجا نتيجة ذات وجهين وهما المنفعة ومحبة الناس بعضهم بعضا

فاذا وجدنا حيوانات من صنف واحد كالخيل مثلا تحت ايدى أناس مختلفين فى الطباع رأيت أن هذه الحيوانات تكتسب من طباع من هى تحت ايديهم فتكون طباعها مختلفة ايضا فتجد بعضها يلوح على وجهه وعينيه الهدو والبشاشة والسرور وتزينه الصحة كما تزين سائر الحيوانات لان الصحة تكسب اعضاءه المختلفة نموا كاملا يناسبها فيظهر على شعره الرفيع الزاهى النظافة والرونق وتكون حركاته الاختيارية التى يلطفها امنه وراحته نافعة فى اغلب الاوقات ولاضرر فيها بالكلية فتى اعتنى صاحبه بشأنه كان معه على غاية من الانقياد وكان صاحبه بالنسبة اليه كالمحسن الذى يصغى لقوله فى سائر الاوقات وحيث انه غير ناطق لاقدرة له على اجابة فارسه بالسمع والطاعة فلسان الحال الذى هو عبارة عن حماسته التى تقوى عضلات جسمه وعضلات وجهه يقوم فى ذلك مقام لسان القال وكذلك عيناه وشفتاه ومنخراه وصهيله وقيام

شعر معرفته وضربات ذنبه وضرب اقدامه على الارض كل ذلك جواب منه لصاحبه فيما قصده منه من زجر اوملاعبة والخيول الموصوفة بهذه الصفات الجاذبة للقلوب فى اى وقت كان هى الخيول العربية الموجودة فى برارى مصر واسيا فهى أقوى حيوانات هذا الصنف وألطفها لانها عزيزة عند اصحابها فيتعهدونها ويعتنون بشأنها اكثر من غيرها من الحيوانات

وتجد بعضها كغير الخيول العربية يسير منخفض الرأس ملتوى الرقبة تلوح عليه آثار الذل والمسكنة فهو ينظر كالاسير اوأسوأ حالا منه وترى جلده كثير الاوساخ واطرافه النحيفة المجردة عن اللحم مستورة ببشرة عارية عن الشعر ومخططة بضربات السوط العديدة فتجده من أدنى اشارة يرجف وترتعد فرائصه ويثب وثبات عنيفة اما للتخلص من الجروح المؤلمة التى هو عرضة لها فى جميع الاوقات واما للانتقام من صاحبه الذى أساء معاملته ببعض ضربات على حين غفلة حتى يخلص من يده

ثم انى لم اسلك فى هذا المعنى مسلك المبالغة التى تتأثر منها العقول تأثرا لاطائل تحته فان الانسان اذا وقف على قارعة الطريق وتأمل وجد حقية ماقلته وصحة ماذكرته فى الخيول واصحابها من وجوه عديدة اذلايخفى أن العربجية والسواقين فى كثير من المدن يعاملون ماتحت أيديهم من الحيوانات أسوأ المعاملة ويسلكون معها مسلك الجبر والقساوة فتراهم يحملونها أحمالا لاطاقة لها بحملها فاذا عجزت عن جرها لسوء بختها ضربوها ضربا مؤلما على مايتأثر بالضرب من اجزاء جسمها اكثر من غيره كالرقبة والرأس والانف وربما ضربوها على عينها فى بعض الاحيان فيسيل الدم من المحل الذى وقعت عليه آلة الضرب سواء كانت حبلا اوسوطا اوعصا اوغير ذلك مما يصادفه هذا السواق الخشن عند ارادة ضربها فهذا هو السبب فى عدم وجود الخيل الجيدة وفى هلاك الخيل المتوسطة فى أقرب مدة

فينبغى حينئذ للاهالى فيما يريدون اجراءه من الاشغال أن يتخذوا من السواقين من كان رقيق القلب ذا شفقة ورأفة ورعاية و اعتناء بشأن هذه الحيوانات

التى تعمر زمنا طويلا وتبقى على القوة وكثرة الشغل ماداموا يحسنون معاملتها ولا يسيؤونها بتخويف او أذية هذا واكرر القول مرارا أن كل ما فيه نفع للانسان من الحيوانات يلزمه من حيث نفعه أن يسلك معها مسلك الشفقة والرأفة وان لم تلزمه بذلك المنفعة ألزمته به المروءة لانها كما تحرض على حسن المعاملة مع الناس تحرض ايضا على حسن المعاملة مع بقية الحيوانات وهذه الفضيلة أعنى المحبة والشفقة على جميع الخلق من بشر وغيره من خصوصيات الانسان ومتى وجدت رفعت صاحبها الى أعلى الدرجات وامتاز بها عن البهائم وغيرها ممن لا شفقة عندهم ولا رأفة

هذا ولا أريد أن ازكى نفسى عند السامعين بكونى استعمل فى مخاطبتهم لسانا غير لسان القوانين الصحيحة المتعلقة بالمعادلة والحركة بل الامر بخلاف ذلك اوليس أن كل إنسان أحب الوطن بالطبع يجب عليه أن يمارس قوى الشبوبية و يهتم بتوسيع دائرة الميل القلبى والقوى العقلية معا فمتى أمكن التحسين حسنا كلامنا وأفعالنا كما نحسن أفكارنا ومؤلفاتنا بالحسن العقلى الذى يجل عن أن يقتصر على مجرد حل المسئلة النظرية التى يقتضيها حب النفس وطمع الانسان الذى يسأل عن مصلحة نفسه بما صورته كيف اصل بالسرعة الى الغرض المقصور نفعه على بل يحل ايضا هذه المسئلة الاخرى التى تعود بالنفع على عموم الناس وهى مسئلة من يقول كيف اصل الى الغرض المهم لى وانشر فى مسعاى اليه على عموم الناس كثيرا من الخيرات والمنافع

ولما أنهينا الكلام اجمالا على القوى الحية اى القوى الحيوانية التى يستعملها الانسان فى اشغال الصناعة ناسب أن نتكلم الآن على قوتين عظيمتين تحتاج اليهما الصناعة من القوى الغير الحية اى الجمادية وهما قوتا الثقل والحرارة فنقول

---

* (الدرس السادس) *

فى الكلام على قوة الثقل المعتبرة خصوصا فى توازن المياه وضغطها اعنى الضغط الادروليكى

لم نعقد في هذا الجزء درسا لخصوص استعمال القوة التي يؤديها للصناعة ثقل الاجسام الصلبية لان الجزء الثاني من هذا الكتاب قد تكفل بتفاصيل الاستعمالات الضرورية لهذه القوة وانما نتكلم الآن على تأثير الثقل في الموائع وعلى ماينتج عن هذا التأثير في الفنون والصنائع فنقول

اننا نطلق اسم السائل على كل جسم أمكن تفريق اجزائه الصغيرة عن بعضها بدون صلابة محسوسة ولا تعاص ظاهر ونطلق اسم السائل الناقص على كل جسم لايمكن تفريق اجزائه الصغيرة بدون تعاص ولا صلابة ظاهرة بل مع يسير معاناة وقليل مكابدة

ثم ان السوائل كالمياه لايتغير حجمها تغيرا ظاهرا بالضغط اياما كان وانما اذا خف الضغط ولم يحصر السطح الظاهر من السائل استحال جزء من ذلك السائل الى بخار كما سيأتي ويؤخذ من ذلك أن اجزاء السائل تقبل الانفصال عن بعضها وسيأتي في الكلام على الحرارة ماتعرف به هذه النتيجة حق المعرفة

ولا نعرف سائلا من السوائل في اي وقت كان الا وفيه قابلية لقوة من القوى فالثقل الذي يؤثر في جميع الاجسام وسائر الاجزاء الصغيرة من كل جسم يميل الى أن يقرب من مركز الارض كل جزء من الاجزاء الصغيرة التي تتركب منها السوائل وحيث ان هذا الميل يؤثر دائما في توازن السوائل وحركتها وجب أن نبدأ بالكلام على حالة التوازن فنقول

اذا وضعنا على مستو أفقي كمية كبيرة من السائل المطلق (اي غير المحصور) ولم يكن هنالك مايمنع تأثير الثقل في كل جزء على حدته من اجزائه الصغيرة فان جميع تلك الاجزاء تهبط على المستوي المذكور حتى يتكون عنها طبقة متسعة رقيقة بقدر الامكان بحيث يكون سمكها واحدا في جميع جهاتها ويكون جميع نقطها على ارتفاع واحد

واذا صببنا السائل على سطح منحن كسطح الارض مثلا تغير موضوع المسئلة وصار حلها وسيلة الى معرفة نتيجة مهمة جدا وهي حالة التوازن

فى كتل المياه المتسعة التى تتكون عنها البرك والبحيرات والبحار
فاذا كانت المياه المنتشرة على كرة الارض منصبة فى بعض المحال التى هى ابعد عن مركز الارض من النقط المحيطة به ولم يكن هناك ما يمنع اجزاء السائل عن الانفصال بحيث تتأثر بقوة الثقل هبط بعضها على بعض فوق سطح الارض كهبوطها على مستويات مائلة بمعنى انها تقرب كثيرا من الاجزاء السفلى اعنى الاجزاء القريبة جدا من مركز الارض
فبعد أن يتغطى بهذه الطريقة عمق الاجزاء المرتفعة قليلا عن الارض يلزم أن تكون اجزاء السائل متوازنة وهذا لا يحصل الا اذا كان كل جزء من تلك الاجزاء لا يمكن هبوطه اكثر من الآخر فاذن يلزم أن يكون السطح الاعلى من السائل على اتجاه واحد فى سائر جهاته حتى كأنه على مستو أفقى والا هبطت الاجزاء المرتفعة على غيرها كهبوطها على مستو مائل فلا تحصل الموازنة حينئذ
ولذا كانت المياه المنصبة على الارض كالامطار والندى والثلج والجليد الذائب تهبط من الاماكن العالية الى المحال المنخفضة فيتكون عنها الترع والنهيرات والانهر وتجتمع فى حياض طبيعية كالبرك والبحيرات والبحار التى تكون شواطئها دائما اعلى من سطح السائل بحيث تمنعه من الانتشار بعيدا عنها وتجبره على ملازمة الموازنة ما لم تعرض قوة شديدة تتغير بها تسوية سطحه الاعلى
فحينئذ تكون حركات اعظم السوائل على الارض ناشئة عن قوة الثقل الثابتة وعن ميل السائل الى موضع يناسب الموازنة
فاذا سافر الانسان فى البحر تعجب غاية العجب من نتيجة هذا الميل
وذلك أن هذا السائل يظهر للنظر من جميع الجهات كأنه سطح مستو متسع حدوده المسماة بالافق واقعة فى مستو يقال له المستوى الافقى أخذا من تسوية الافق
وكلما توغل الانسان فى البحر سار معه هذا الافق ولما كانت الارض كرية الشكل

كان

كان الافق دائما ينخفض من الجهة التى يسير نحوها الانسان ويرتفع من الجهة التى يسير عنها بحيث يترآى انه كلما تقدم فى السير صعد على الافق ومن هنا قولهم سافر فلان نحو البحر الاعلى وصعد فى البحر الاعلى

فلو كانت الارض تامة الكرية ومتناسبة بالكلية لكانت جميع الخطوط الراسية اى القائمة عمودية على سطح الارض وكان لا يمكن أن يكون سطح الماء فى جميع المحال عمودا على الخط الراسى بدون أن يحدث عنه كرة تامة الكرية ولكنها عوضا عن أن تكون كرية من جميع جهاتها ليست الاكرية مسطحة وليست مفرطحة الا فى اتجاه المتوازيات فلذا لم يكن لسطح المياه الراكدة شكل مستدير الا فى الجهات المتوازية من الارض

ولهذه الخاصية استعمال كبير فى الفنون فان السوائل متى كانت راكدة كان سطحها المطلق افقيا بالكلية فى جميع المحال ثم ان ميزان تسوية الماء مركب من انبوبة مجوّفة مثل اب ث (شكل ١) ذات شعب مرتفعة وتكون هذه الانبوبة ممتلئة بالماء او بأى سائل كان الى ارتفاع معلوم وتكون ايضا الانبوبة المذكورة متكونة فى نقطتى ا و ث من مادة شفافة كالزجاج اوالبلور فاذا مكث الانسان حينئذ خلف سطح السائل فى نقطة ا ونظر الى السطح الشفاف من السائل فى نقطة ث فان الشعاع المرئى يكون أفقيا بالضرورة وهذه الطريقة أضبط بكثير من الطريقة المستعملة فى معرفة وضع الخطوط العمودية والافقية بواسطة المطمر اى الشقول وهو الخيط المعروف بميزان البناء وتستعمل ايضا آلة تسوية الماء فى العمليات التى لا بد فيها من الاتساع والضبط معا

وجميع ما ذكر من النتائج فى شأن موازنة السائل لا تعلق لها بشكل السطوح اوالاوانى التى تحتوى على السائل المذكور

فلذا ترى فى شكل ٢ و ٣ و ٤ أن السطح الاعلى من السائل هو دائما فى مستو واحد أفقى مثل اب

وهنالك كيفية مخصوصة لا بأس بذكرها وهى اننا اذا فرضنا ان اناء

م ك ن (شكل ٥) ممتلئ ماء وأن انبوبة و ح خ ر المنحنية المجوفة ممتلئة بالسائل ثم اتصلا ببعضهما من طرف و بواسطة السائل المنحصر فى اناء م ك ن فحالة الموازنة حينئذ تستدعى أن تسوية السائل تكون واحدة فى الاناء فى نقطتى م و ن وفى الانبوبة فى نقطة س وثم نتيجة شهيرة جدا تنشأ عن التسوية التى تأخذها السوائل حال سكونها وهى اننا اذا وضعنا السوائل فى اناء بكيفية مغايرة لما ذكر كان مركز ثقلها أعلى مما اذا كان فى حالة التوازن وهذه النتيجة كان يمكن استخراجها بدون واسطة من قضية القوى المتوازية وذلك اننا اذا فرضنا أن السطح المماس للسطح المطلق من السائل ينقطع عن أن يكون أفقيا فى اـهـ (شكل ٦) ويأخذ وضع شـ ء المائل فان مركز ثقله يتغير وضعه فاذا فرضنا أن م هى مجسم السائل و ج هى محل مركز هذا المجسم اذا كان السطح الاعلى أفقيا و ج هى محل هذا المركز اذا كان السائل منتهيا بمستوى شـ ء وفرضنا ايضا أن ے هى مركز ثقل سائل اـ ش بتمامه فوق مستوى اهـ و ف هى مركز سائل شـ ء بتمامه تحت مستوى اهـ ينتج معنا اولا أن مجسم اـ ش = مجسم شـ ء وثانيا انه اذا كان كل من ج ح و ے ے و ف ف عموديا على المجسم الافقى وهو ے ح ج ف المأخوذ محورا للازمان ينتج معنا أن م × ج َ ح = مجسم اـ ش × ے ے ناقصا مجسم شـ ء × ف ف فحينئذ يصير الزمن الكلى عبارة عن مجسم اـ ش اومساويه وهو شـ ء مضروبا فى ے ے ـ ف ف فاذن نقطة ج التى هى مركز الثقل تصعد الى نقطة ج َ بكمية = مجسم اـ ش × (ےے َ + ف ف َ) مقسوما على مجسم السائل بتمامه فحينئذ محل توازن م أعلى المحل الذى تكون فيه الطبقة العليا أفقية تكون فيه نقطة مركز الثقل من مجسم السائل هابطة على قدر الامكان

وقد كان يمكن الابتداء بهذه القاعدة العامة وهي كل مجموع من الاجزاء الصغيرة لم يسلط عليه من القوى الا قوة الثقل فمركز ثقله يكون منخفضا جدا في حالة الموازنة وكان يمكن ايضا أن نبين هذا الشرط وهو أن مركز الثقل لا يمكن انخفاضه بهذه المثابة الا اذا كانت تسوية السائل مستوية أفقية

و ينبغي لنا الآن أن نبين ما يقع على كل جزء من اجزاء السائل من الضغط الحاصل من الاجزاء الاخرى وكذلك ما تحدثه الاجزاء المذكورة من الضغط على جوانب السطح اى الاناء المحتوى على السائل مبتدئين من ذلك ببيان اناء اب (شكل ۷) العمودى الضيق جدا الذى لا يسع قطره الا جزأ من الاجزاء الصغيرة الموضوعة عموديا على بعضها فنقول ان كل جزء من هذه الاجزاء يحمل ثقل جميع الاجزاء الاخرى الموضوعة فوقه فيكون الضغط الحاصل له مساويا لثقل عمود السائل الموجود فوق هذا الجزء المذكور

فاذا فرضنا الآن اناء له حجم وشكل ايا ما كان ممتلئا بالسائل الى م ن (شكل ۸) وبحثنا عن الانضغاطات الواقعة على جزء ب لزم اولا أن تكون هذه الانضغاطات متساوية في جميع الجهات اذ بدون ذلك ينفذ هذا الجزء من الجهة التي يقل ضغطها عن غيرها

فاذا فرضنا بعد ذلك أن كتلة كاملة من السائل تجمدت دفعة واحدة ما عدا عمود ب ا القائم الضيق الواقع عموديا على نقطة ب فان الضغط الذى تحمله نقطة ب يكون مساويا لثقل عمود اب كما ذكرناه في العمود الضيق غير أن هذا الضغط لا يتغير بالفرض الذى فرضناه وهو تجمد جزء من السائل دفعة واحدة

فاذن يلزم أن يكون الضغط الواقع على جزء ب مساويا من جميع الجهات لثقل عمود ب ا

وعوضا عن كوننا نفرض أن ب صغير جدا نفرض أن هنالك جملة لا نهاية لها من الاجزاء الصغيرة مثل ب و بَ و بً على ارتفاع واحد وكل منها يحمل ثقلا واحدا فمجموع هذه الاثقال هو عين عمود السائل

بتمامه الواقع عموديا على السطح الكلى المرموز اليه بهذه الحروف وهى

ب + بَ + بً + ...

واذا وقف الانسان فى جزء ب بَ (شكل ٩) من جوانب الاناء الافقى فجميع اجزاء السائل المتحدة مع الاناء فى اتساع ب بَ تحمل ضغطا واحدا يرمز اليه بعمود اَ ا ب بَ الرأسى الذى حجمه = سطح ب بَ × ارتفاع ا ب فعلى ذلك يكون القعر الافقى من الاناء الممتلئ بالماء حاملا ضغطا يساوى ثقل اسطوانة عمودية من هذا السائل الذى يكون هذا القعر قاعدة له وزيادة على ذلك يكون ارتفاعه هو عين ارتفاع الماء المنحصر فى هذا الاناء

فاذا اعتبرنا الآن جزء ب بَ المائل (شكل ١٠) من جوانب الاناء فالضغط الذى يحمله هذا الجزء يكون مساويا لثقل السائل المنحصر فى اسطوانة ا اَ بَ ب الناقصة فاذا كان سطح ب بَ صغيرا بالنسبة الى ارتفاع ب ا يكفى أن نأخذ ـ فى وسط ب بَ ونضرب قاعدة ا اَ العليا من الاسطوانة فى ارتفاع ا ـ المتوسط فينتج معنا هذه النسبة وهى

سطح ا اَ : سطح ب بَ :: ا اَ : ب بَ

فاذن يكون الضغط الكلى هو

ارتفاع ا ـ × سطح ب بَ × $\frac{\text{ا اَ}}{\text{ب بَ}}$

وهذه العبارة مما ينبغى الالتفات اليه فانها تستعمل فى العمليات الادروليكية اى عمليات رفع المياه وكذلك فى صناعة الآلات والاوانى وغير ذلك

وجميع قواعد ضغط السائل التى ذكرناها هى عظيمة النفع كثيرة الفائدة فاذا اقتضى الحال عمل حاجز كحاجز ا ب (شكل ١١) لاجل حصر كمية كبيرة من المياه المعلومة الارتفاع وكان الغرض عمل هذا الحاجز مع التوفير التام لزم أن لا تكون قوته العليا كقوته السفلى بل لابد أن يكون

مايعطى له من القوة حال العمل يزيد بدرجات متساوية من ابتداء نقطة ب الى نقطة ا بحيث تكون مقاومتها لضغط الماء على نسبة واحدة من جميع الجهات لان هذا الضغط يزداد ايضا بدرجات متساوية عند الهبوط من نقطة ب الى نقطة ا

واذا عوّضنا حاجز اب بالابواب اى بالدرف الحوضية لزم أن نجعل هذه الابواب متينة بالتدريج من أعلاها الى أسفلها وذلك بتقريب الاخشاب الافقية التى تتخذ منها شواحى هذه الابواب وضمها الى بعضها

وكذلك اذا اقتضى الحال بناء حياض لحصر السوائل فيلزم أن تكون الاسوار والشواحى او الجوانب المتخذة من اى مادة كانت مصنوعة مع المتانة والصلابة بحيث تكون مناسبة لاعماق السائل فى حالته الطبيعية

ولنتكلم الآن على السوائل المحصورة فى الاوانى فنقول اذا فرضنا أن الاناء على شكل قارورة مثل اه‍ف‍د وأردنا معرفة الانضغاط الواقع على قعر ه‍ب‍ث‍ف الافقى لزم لاجل ذلك أن نفرض اسطوانة قائمة مثل اب‍ث‍ذ ومن المعلوم أن الضغط الواقع على قاعدة ب‍ث يساوى حاصل ضرب قاعدة ب‍ث فى ارتفاع اب

ولكن الانضغاط الواقع على ب‍ث هو عين الانضغاط الواقع على نقطتى ف و ف الموضوعتين على ارتفاع واحد والا لم تحصل المعادلة فاذن يكون الضغط الواقع على قاعدة ف‍ف بتمامها مساويا لسطح ف‍ف × فى ارتفاع اب يعنى أن هذا الضغط يساوى ثقل حجم الماء المعبر عنه باسطوانة ج‍ش‍ف‍ف القائمة التى قاعدتها ف‍ف وارتفاعها اب

ولا يخفى أن النسبة بين حجم اسطوانة ج‍ش‍ف‍ه وحجم اسطوانة ادب‍ث كالنسبة بين سطوح قاعدتهما لان ارتفاعهما واحد فاذن تكون النسبة بين الانضغاطات الواقعة على كل من ب‍ث و ه‍ف كنسبة سطح ب‍ث الى سطح ه‍ف

وبذلك يعرف الادروستاتيك (اى ثقل المياه) فيمكن بواسطة سائل محصور في اناء أن نحدث على قاعدة هذا الاناء وهى ەف ضغطا اكبر من ثقل السائل المحدث لهذا الضغط

فلذا اذا كان اناء ام ەف ڡ د مثلا (شكل ١٣) ممتلئا بالسائل فالضغط الواقع على قاعدة ەف يساوى ثقل كمية السائل المظروف في اسطوانة ج ەف ش الكبرى

وكذلك اذا ثبتنا في عمق م ن من برميل ما (شكل ١٤) انبوبة ام ڡ د المرتفعة الضيقة جدا التى يمكن ملؤها بقزازة ماء فالضغط الحاصل من هذه القزازة على عمق ەف يكون شديدا بحيث يكفى في غمس البرميل بكسر عمق ەف

ولو وضعنا عوضا عن هذه القزازة على م ڡ ثقلا يساوى ثقل الماء الكائن في القزازة لما تغير ضغط جميع اجزاء السائل ومع ذلك لا يزيد الضغط على عمق ەف بقدر مرات احتواء سطح ەف على سطح م ڡ

فاذا فرضنا الآن أن نقطة ح هى الثقل الموضوع على م ڡ وأن نقطة خ هى ثقل م ڡ ب ث الذى هو عمود السائل تحصل معنا ح + خ = الضغط الواقع على ب ث فاذن يكون الضغط الواقع على قاعدة ەف بتمامها هو (ح + خ) × $\frac{ەف}{مڡ}$

ولو فرضنا أن ح + خ تساوى كيلوغراما واحدا فقط وأن ەف هو قطر الدائرة التى نصف قطرها متر واحد وأن م ڡ هو قطر الدائرة التى ليس نصف قطرها الا سنتيمترا نتج معنا أن سطح ەف : سطح م ڡ :: ١٠٠ × ١٠٠ أعنى ١٠٠٠٠ : ١ فحينئذ الضغط الواقع على ەف يساوى ١٠٠٠٠ كيلوغرام وهو يساوى تقريبا ثقل ١٥٠ رجلا وبهذه التجربة يحدث الضغط المستقيم بواسطة استعمال القوة ١٠٠٠٠ مرة

وهذه القاعدة التي ذكرناها هي مايسمى بالضغط الادروستاتيكي المعروف بين الناس بالضغط الايدروليكي

وقد بين باسكال هذه القاعدة وفوائدها حيث ثبت في العمق الاعلى من برميل قائم اسطوانة قائمة طويلة ضيقة جدا فلما ملأ هذا البرميل ثم الاسطوانة تحصل عن ليترا وليترين من الماء المظروف في تلك الاسطوانة نتيجة كالنتيجة التي يمكن تحصيلها من البرميل اذا كان متحد القطر من سائر جهاته وكان مرتفعا الى القاعدة العليا من هذه الاسطوانة فلهذا كانت زيادة ثقل كيلوغرام او اثنين كافية في جبر عمق الاسطوانة بزيادة الضغط زيادة كبيرة فاذا فرضنا الآن أننا اخرجنا الماء من الاسطوانة الضيقة ووضعنا بدلا عنه ثقلا صلبا مساويا له يكون على شكل مكباس فمن الواضح أن الانضغاطات تكون واحدة من جميع الجهات واذا فرضنا أن ثقل المكباس مضروب في قوة احد ذراعي الرافعة المحركة لساقها وأن الضغط حصل ضربه كذلك أمكن بواسطة قوة قليلة أن تحدث على عمق البرميل ضغطا مساويا للاثقال عظيمة

ولما وقف براماه الميكانيكي الماهر على حقيقة هذه الدعوى النظرية استعمل منها في الفنون النافعة استعمالات جيدة فاخترع الضغط الادروليكي لنسخ الحروف ونقلها ثم استعمله في احداث مجهودات كبيرة ونتائج مهمة وصار ذلك الآن مستعملا في عصر الزيوت وضغط المواد المتخذ منها الورق وتصغير حجم الاشياء المراد تعليقها على جوانب السفن وضغط الدخان حتى يصير اوراقا والحشيش اليابس الذي يجعله الانكليز كتلا صلبة ويحفظونه بهذه الكيفية مدة طويلة وغير ذلك واستعمله ايضا في عمل البارود والمخاليط التي تتركب منها المدافع

ثم ان هذه الانضغاطات الادروليكية مع ما تحدثه من المجهودات العظيمة لا تستلزم مباني مفرطة في الصلابة والمتانة بل يمكن عملها على عربات صغيرة ونقلها الى محل لزومها ومن فوائدها أن تأثير قوتها المحركة يحصل من مسافة عظيمة بواسطة الانابيب الموصلة

والنتكلم الآن على وصف الطولمبة فنقول ان شكل ١٥ يبين منها القطع القائم المستعرض وشكل ١٦ يبين الارتفاع القائم الطولى وكل حرف من الحروف الآتية رمز الى آلة من آلاتها فحروف ااا المتلاصقة تلاصقا متينا بواسطة قلوزات من الحديد المطرق وبرمبات مثقوبة رمز الى تخشيبة الطولمبة وحرف ب رمز الى الاسطوانة الشغالة الداخلة فى عمق الحديد السائل وحرف ث رمز الى المكباس الشغال الذى اذا كانت حركته مترددة وكانت فى اتجاهها على خط عمودى احدثت تأثير الطولمبة وحرف دد رمز الى الكفة المصنوعة من الحديد الزهر التى توضع عليها الاشياء المطلوب نقلها بالطولمبة وحرف هـ رمز الى المسند المخروط فى الاسطوانة الشغالة ليتلقى جلد س س س المزدوج المشدود بحلقة معدنية وبذلك يلتصق المكباس الشغال باسطوانته التصاقا محكما وحرف ف رمز الى الجوزة المثقوبة التى تقلوز فى أعلى الاسطوانة وهذه الجوزة الماسكة للجلد المزدوج بحلقتها المرتخية يزلق فى وسطها المكباس وفى جزءها الاعلى يكون المجرى منفتحا انفتاحا مستديرا مسدودا بالكتان اوغيره من مواد السدّ اللطيفة بعد دهنه بالزيت وامساكه بطرف رفيع وتستعمل هذه السدادة ايضا فى توصيل الزيت الى الاسطوانة ومنع مايضر بسطح المكباس وحرف غ رمز الى الانبوبة التى تصل الاسطوانة الشغالة بالاسطوانة النخاخة وطرف غ من هذه الانبوبة داخل مع الاحكام فى فتحة مخروطية الشكل بأسفل جدران الاسطوانة الشغالة وفى طرف غً الذى هو الطرف الثانى من الانبوبة المذكورة قوة مضغوطة بواسطة جوزة منقوبة موضوعة على مسند مربع فى جدران طلومبة الخ وتشد هذه القوة بواسطة حلقة من الجلد وحرف شـ رمز الى السدادة او الصمام الذى لولبه خالص وشكله شكل مسمار رأسه مستدير ومفرطح وهذا الصمام يفتح ويغلق مابين الاسطوانة النخاخة والاسطوانة الشغالة وفوقه بريمة صغيرة معدة لضبط ارتفاع اللولب وبتدويرها يمكن رفع هذا اللولب عند الحاجة وحرف ے رمز الى الحوض المملوء بالماء

وحرف

وحرف ک رمز الى السدادة المخروطة التى تسد فم الحوض واذا نزعت هذه السدادة أمكن امتصاص الماء من الخارج بواسطة انبوبة صغيرة والحوض المذكور يسهل ملؤه بواسطة انبوبة اوقع وحرف ل رمز الى الصمام الداخل فى الجوزة الداخلة فى عمق الاسطوانة البخاخة ولواب هذا الصمام يرفع رفعا منتظما بواسطة مسمار صغير نافذ فى طرفه وحرف ت رمز الى المكباس البخاخ الذى يدور طرفه الاسفل الصلب على هيئة اسطوانة تامة الاستدارة وفى وسط ساق هذا المكباس حز تَ تَ الطويل المار فيه محور رافعة ع المثبت فى كل من طرفيها ممسك القوة المحركة وطرف تَ الاعلى من ساق المكباس المذكور عبارة عن اسطوانة كبيرة تمر فى اسطوانة أخرى مجوفة قطرهما واحد ومسندهما مثبت فى الممر الاعلى من الشوحية وهذا المكباس يرفع رفعا منتظما بواسطة قوة موضوعة على قاعدة الاسطوانة الكبيرة وجوزة داخلة فى الجزء الاعلى من هذه الاسطوانة وحرف و رمز الى الجوزة المثقوبة التى يمر فيها المكباس البخاخ وبتدوير هذه الجوزة يلتصق الجلدان بواسطة حلقة معدنية بينهما وبين الطرف الاسفل من المسند المصنوع فى جسم الاسطوانة البخاخة وبذلك ايضا تلتصق الاسطوانة بالمكباس البخاخ التصاقا جيدا والجزء الاعلى من هذه الجوزة مفتوح بالاستدارة بحيث يكون مخزنا للزيت وحرف ع رمز الى الرافعة المحركة وهى يد الطلومبة وحرف خ رمز الى حنفية التفريغ وهى عبارة عن اسطوانة مقعرة موضوعة على قاعدة الشوحية وحرف ر رمز الى اليد المثبتة فى طرف الاسطوانة الكبيرة وفى الطرف الآخر بريمة صغيرة تنتهى بمخروط وتدخل فى متراس مخروطى الشكل موجود فى وسط جدران الطلومبة البخاخة واذا لم تمسك هذه البريمة انفتح المجرى بين الاسطوانة الشغالة والحوض ولكن متى دارت تلك البريمة وعادت الى نقطتها انسد ذلك المجرى انسدادا محكما وتدوير حنفية خ على اليمين معد لسد الطلومبة وتدويرها على الشمال معد لفتحها

ومما تسهل معرفته قوة الطلومبة وتأثيرها وذلك اننا اذا فرضنا ان الاسطوانة الشغالة (المعروفة بالخزنة الشغالة) والاسطوانة البخاخة (المعروفة بخزنة البخ) مملوءتان بالماء وكذلك الماسورة الموصلة الجامعة بينهما وفرضنا ايضا ان الماء داخل فى الحوض فلو رفعنا مكباس البخ صعد الماء من الحوض الى خزنة البخ فى وسط صمام ل ومتى نزل المكباس انسد صمام ل ويرفع الماء لولب ش (المعروف باللسان) ويمرّ فى انبوبة غ التى توصله الى الخزنة الشغالة فيرفع مكباسها مع ما عليه من الثقل وذلك يكون بالنسبة لكمية السائل المبخوخ ومتى صعد مكباس البخ ثانيا انسد صمام ش وأخذ السائل المجتمع فى الخزنة الشغالة دوره ثانيا وبهذه الكيفية لا ينزل المكباس الشغال حتى يضغط مكباس البخ مرة أخرى وعلى هذه الطريقة التى ذكرناها تتكرر العملية

فاذا تم تأثير قوة الطلومبة فى جميع الاشياء التى تتأثر بها وفتحت حنفية التفريغ نزل المكباس الشغال بثقله ومرّ الماء فى الحوض من فتحة هذه الحنفية

وبهذه الطريقة تحسب قوة الطلومبة فاذا كان عمودان من السائل مشتركين فكل قوة اثرت فى أحدهما فانها تتحول على حسب السطوح الضاغطة * والقوة الميكانيكية المؤثرة فى مكباس البخ تتحول بواسطة السائل الى المكباس الشغال بالنسبة الى سطح المكباسين وهذا هو ازدياد القوى الذى كان يسميه براماه بالقوة الادروستاتيكة للطلومبة

(وينبغى بعد تكرر العملية مزيد الاعتناء بنظافة الطلومبة وملء الحوض بالماء الصافى ودهن المكباس الشغال بالزيت الحلو الجيد * والطلومبة قابلة للفساد قليلا نظرا الى أن تركيبها ساذج بسيط ولكن اذا تعلق جسم اجنبى بأحد الصمامات وقفت حركته حتى يزول عنه هذا الجسم الغريب ويمكن فى جميع الاوقات الكشف على صمام ش برفع البريمة التى تغطيه وكذلك صمام خ الذى هو صمام التفريغ يمكن الكشف عليه بالتدوير واما صمام ل فيكشف عنه

برفع الطلومبة بتمامها وهو نادر لا يكون الا عند الحاجة
مثلا اذا فرضنا أن قطر المكباس الشغال = ٣ سنتيمترات وقطر مكباس البخ = ٩ سنتيمترات وذراع الرافعة الصغير = ١٠ سنتيمترات والذراع الكبير = ٦٠ سنتيمترا كانت سطوح المكباسين مناسبة لمربعات قطريهما وذلك عبارة عن $\left(\frac{1}{9}\right)^2 = \left(\frac{1}{3}\right)^2 = \frac{1}{9}$ وهذه النسبة هى القوة الادروليكية للطلومبة واما القوة الميكانيكية للرافعة فهى $\frac{10}{60} = \frac{1}{6}$ فتكون بالضرورة النسبة المركبة من نسبة القوة الى مقاومة الطلومبة مساوية $\frac{1}{6\times9} = \frac{1}{54}$ فاذا فرضنا حينئذ أن مكباس البخ يتحرك بقوة تساوى ١٠٠ كيلوغرام فالاجسام التى تؤثر فيها قوة الطلومبة تأخذ قوة ١٠٠ كيلوغرام ٥٤ مرة اى ٥٤٠٠ كيلوغرام)
ومن الطلومبات الادروليكية ماتؤثر فيه الكفة المدفوعة بالمكباس الشغال وهى نازلة عوضا عن كونها تؤثر وهى صاعدة ومنها طلومبات أخرى يتحرك فيها البرواز المحيط بالمكباس الشغال عند تحرك هذا المكباس ليحصل بذلك على وجه السرعة تقريب هذين الجزءين اللذين يحدثان الضغط وقد ذكر جميع ما يتعلق بذلك تفصيلا مسيو بورنيس فى رسالته الكاملة التى ألفها فى الميكانيكا المطبقة على الفنون وهى الرسالة السادسة التى تكلم فيها على الآلات المستعملة فى جميع الصنائع على اختلافها فى صحيفة ١٠٠ و صحيفة ٢٢٧
ولما تكلمنا تفصيلا على حركة الطلومبة الادروليكية استنسبنا أن نذكر هنا تطبيق الطلومبة واستعمالها فى الاشغال التى لا بد منها لبعض الفنون ولنبدأ من ذلك بالكلام على الطلومبات الادروليكية المستعملة فى ترزيم البضائع وحزمها فنقول لما طفت بمخازن ترسانة وولويش الواقعة على شاطئ نهر التاميز رأيت فيها طلومبة ايدروليكية مركبة فى الطبقة الاولى وكان الأولى تركيبها تحتها ووجدتهم يستعملون هذه الطلومبة فى حفظ الشوالات والمحزومات وتصغير حجمها بقدر الامكان وذلك كمحزومات الملابس وغيرها

من سائر الاشياء على اختلاف أنواعها المبعوثة من الترسانات الكبيرة الى المخازن العسكرية

ثم ان الطلومبة الضاغطة التى تحرك باليد بواسطة رافعة سواء كانت تلك الطلومبة كبيرة اوصغيرة تعطى ماءها بواسطة قناة صغيرة ذاهبة الى قاعدة انبوبة صلبة متخذة من الحديد مشدودة تحت السقف بسلوك من معدنها شدا محكما والمكباس الشغال الداخل فى هذه الاسطوانة يحمل سطحا معدنيا وفوق هذه الاسطوانة دائرة عميقة مرصوص فيها جملة كبيرة من ألواح الخشب الصغيرة وذلك لاجل نقل الضغط ببعض مرونة ولين والانضغاط يحصل بين السطح المذكور وخشبة كبيرة أفقية موجودة فى التخشيبة فتى نزل هذا السطح سد سدا محكما الثقب المربع الموجود فى اللوح الذى يظهر أن ذلك السطح جزء منه

ولنتكلم الآن على الطلومبة الادروليكية المستعملة فى تمهيد الاخشاب وتسويتها فنقول ان أعظم استعمالات الطلومبة الادروليكية هو استعمال الآلة المعدة لتسوية الاخشاب

وذلك أن التى اخترعها المهندس براماه ربط العجلة (اى طارة) أفقية من حديد قطرها نحو ثلاثة امتار ربطا جيدا مع محورها بعوارض وأربعة سلوك من الحديد مائلة بقدر ٤٥ درجة وقسم هذه العجلة الى ٣٢ قسما متساوية وجعل فى كل نقطة من التقسيم حزا داخلا فيه قضيب ذوسن وهذه الاسنان منحنية على شكل انصاف اسطوانات مستديرة يتكون عن محورها مع الافق زاوية مسافتها تقريبا نحو ٣٠ درجة والاسنان المذكورة عبارة عن اضراس مائلة متينة جدا

وفى كل جهة من محور هذه العجلة الشغالة عربة مستطيلة جوانبها المتوازية تحمل حملا أفقيا قطعة الخشب المطلوب تسويتها بأن تثبت عليها تثبيتا جيدا ببريمات الضغط

وجميع تلك الاسنان ليست على وضع واحد بحيث تحز فى الاخشاب

حزوزا

حز وزا متساوية الاعماق بل هى منقسمة الى خمسة فخمسة اوستة فستة بحيث يحز اوّل الخمسة او الستة البعيد عن محور الدوران حزا دون غيره فى العمق والثانى الاقرب منه الى المحور يكون حزه أعمق من حز الاوّل والثالث يكون حزه أعمق من الثانى وهكذا وفائدة هذا الوضع أنه عند الحاجة يزيل الاجزاء البارزة من سطح الخشب المطلوب تسويته بقدر ٢ من السنتيمترات

ومتى دارت هذه الاضراس التى عدّتها ٣٢ ضرسا فانا نرسمه على الخشب المطلوب تسويته من الخطوط التى عدّتها اثنان وثلاثون خطا تكون مسافة مجموعها بالنظر الى العرض مساوية لكمية سير العربة مدّة دوران العجلة فعلى ذلك اذا كانت حركة العجلة سريعة وحركة العربة بطيئة كانت الخطوط المذكورة محصورة فى مسافة صغيرة جدّا بمعنى انها تكون على شكل سطح مستو تقريبا * ولاجل تسوية الخشب وصقله كما ينبغى يلزم أن تثبت فارة على محيط العجلة الشغالة فان الاضراس متى رسمت خطوطها الرفيعة ارتفعت جميع زوائد الخطوط المنخفضة بمرور الفارة عليها مرّة واحدة وهذه النتيجة ظاهرة محسوسة فان كل سن من الاسنان المنحنية عند ما يمرّ على الخشب يقذف بالقوّة البعيدة عن المركز شيأ من النشارة الدقيقة وتزداد الخطوط المرسومة فى الخشب شيأ فشيأ ثم تمرّ عليها الفارة فتمحوها وتصقلها حتى تصير سطحا واحدا مع غاية الانتظام الهندسى * فاذا لم يكن للعجلة التى قطرها ثلاثة أمتار حركة مضبوطة فان الفارات تارة يكون حفرها أعمق من حفر الاسنان ويحصل لها مقاومة عظيمة وتارة تمرّ فوق خطوط الخشب ولا تزيل ما فيها من الزوائد فيظهر فى قطعة الخشب بعد شغلها تجاويف وخطوط كبيرة فيلزم حينئذ تسويتها بالطرق المعتادة

ومحور العجلة الشغالة يدور فى اسطوانتين مقعرتين مثبتتين دائما احداهما فى الارض والاخرى تحت سقف العمارة وهذا المحور مرتفع قليلا فوق التعشيق الاعلى وفى رأسه رافعة نقطة ارتكازها تحمل من كلتا جهتيها ثقلا

تحدث به على المحور ضغطا محدودا وكذلك الاسنان تحمل ثقلا به تغلب
مقاومة الخشب الذى تخطه وحيث ان عمق الخطوط هو نتيجة التوازن بين
ضغط الاسنان المستمر ومقاومة سطح الخشب الخام المتغيرة فهذا العمق
يكون قليلا فى اوائل مرور الاسنان التى تتم فى رجوعها اصلاح الاجزاء
الكثيرة البروز والصلابة وبهذه الطريقة لا يحصل للاسنان كسر أو ثلم
وفى الغالب يلزم تسوية الاخشاب المختلفة السمك مع بقاء ارتفاع العربة
وموضع جريانها على حالة واحدة فيلزم اذن أن يكون سطح الاسنان قريبا
او بعيدا عن سطح العربة الاعلى بمسافة تساوى سمك كل قطعة يراد اصلاحها
وهذه النتيجة انما تحصل من الضغط الادروليكى
ومحور العجلة المسلحة بالاسنان يدور فى ثقب مخروطى الشكل على رأس
مكباس موضوع فى اسطوانة ذات ضغط ادروليكى فتى دخل الماء فى هذه
الاسطوانة ارتفع محور العجلة وارتفع معه السطح الافقى من الاسنان المسلحة
لهذه العجلة واذا ترك الماء يسيل لم تحصل هذه النتيجة ويستدل بما هو
مرسوم على طول المقياس المدرج الموضوع على كل خشبة مستطيلة
من الاخشاب المنصوبة بجانب العجلة على ما يكون للقطعة المطلوب تسويتها
من السمك الناتج لهما عن ارتفاعات العجلة المختلفة فعلى ذلك اذا فتحت
اوسدت الحنفية التى هى مدخل ومخرج ماء الطلومبة الادروليكية أمكن
توصيل العجلة الى المحل اللازم له ذلك لاجل اجراء الشغل المطلوب
وقد ذكرنا انه يوجد عربتان متشابهتان كل واحدة منهما على جهة من المحور
ودوران كل منهما مخالف لدوران الاخرى ولا يدوران معا الا لاجل تسوية
الاخشاب المتحدة السمك او المختلفة بشرط أن يوضع تحت القليلة السمك
مساند ترفعها حتى تساوى الاخرى ولكن العادة انما جرت بتسوية الاخشاب
المتشابهة المتحدة التوازن وجميع الاخشاب المراد تشغيلها تكون مثبتة على
العربات بريمات الضغط
ثم ان الضغط الادروليكى ليس مقصورا على تثبيت ارتفاع العجلة الشغالة

بل

بل يكون ايضا واسطة في زيادة حركة العربات وتقليلها * وفي المجريين اللذين تتحرك فيهما العربات سلسلة غير متناهية تمسك أحد جوانب تلك العربات التي يمكن حصر تلك السلسلة فيها بكلبة من الحديد تسد وتفتح بواسطة برمة رأسها خارج هذا الجانب على جهته واذا اقتضى الحال جذب هاتين العربتين معا بهذه السلسلة انضمتا اليها بواسطة كلبتين من الحديد واذا اقتضى الحال تسيير احداهما فقط فتحت الكلبة المثبتة للاخرى على السلسلة وهذه السلسلة ترجع من جهة على عجلة كبيرة أفقية حاملة على محورها عجلة مضرسة أصغر من الاولى مرتين او ثلاثا

والمكباس الشغال من الطلومبة الادروليكية يكون مسلحا بقضيب مستقيم مضرس موضوع على مستو أفقي ودا خل في العجلة الصغيرة المضرسة التي ذكرناها فاذا دخل الماء في الاسطوانة الشغالة دفع المكباس وأدار القضيب المضرس العجلة الحاملة للسلسلة الغير المتناهية ودارت العربتان بحركة متساوية لتبعد احداهما عن الطلومبة وتقرب الاخرى منها

والقضيب المضرس يحمل على طرفه المقابل للمكباس والاسطوانة مكباسا آخر داخلا في اسطوانة أخرى بحركتها المخالفة يتأخر سير العربة وقطر هذه الاسطوانة الثانية يكون أصغر من قطر الاولى فعلى ذلك يكون تأخر العربات اكثر في السرعة من حركتها المتزايدة وهذا ممكن الوقوع لان الاضراس في حركة التأخر لا تشتغل وانما يحصل منها بعض احتكاك

فاذا فرضنا أن سرعة العجلة المسلحة بالاضراس مستمرة فان شغل الاضراس يكون بقدر ما في قطع الخشب المراد تسويتها من العرض والصلابة ويكون المطلوب تصغير سمكها بتسويتها واصلاحها حسب الامكان * ولاجل أن تكون قوة الاضراس مستمرة يلزم أن يكون سير العربات سريعا كثيرا وقليلا على حسب ابعاد الاخشاب المراد تسويتها وعلى حسب طبيعتها ايضا

وحنفية التفريغ تجعل لكمية من الماء كثيرة كانت او قليلة مسلكا في اسطوانة الطلومبات الادروليكية اى المائية وهذا ما تتغير به سرعة

العربات فى حركاتها المتزايدة * ومقبض كل حنفية يكون على شكل ابرة ويدور
على دائرة مدرجة واذا سدت الحنفية سدا محكما فالمياه المجذوبة بالطلومبة
الضاخة تستعمل فى تقدم العربات او تأخرها وهذا هو الذى يحدث
السرعة الكبرى واذا فتحت بالكلية فالمياه المرفوعة بالطلومبة تسيل بتمامها
فى الحوض ولا يكون هنالك سرعة اصلا وفى الانبوبة الموصلة للماء اللازم
لتأخر العربات حنفية وابرة ومحيط مدرج مثل السابقة وكل منها مثبت
وملصوق فى الانبوبة المذكورة

واول محرك للطلومبة هو آلة بخارية قوتها تساوى قوة ستة من الخيل
وعلى الحائط التى تفصل المسافات المشغولة بالآلة البخارية والآلة المعدة
لتسوية الاخشاب قضيب أفقى من الحديد فى نهاية أحد طرفيه ثقب مستدير
داخل فى دائرة مجوفة متحدة القطر مثبتة خارج المركز على المحور الافقى
الذى تحركه طلومبة النار بلا واسطة والطرف الآخر من هذا القضيب منضم
بواسطة ممسك الى الذراع الاول من الرافعة التى يحرك ذراعها الآخر مكباس
الطلومبة الماصة الكابسة ففى الحقيقة هنالك طلومبتان تتحركان فى آن واحد
بحركة واحدة يستعمل اكثرها قوة فى الحركات الافقية للعربة والاخرى
فى الحركات المنتصبة للعجلة المضرسة فهذه هى طلومبات البخ التى تستعمل
فى الضغط الادروليكى

و بمقتضى ماذكرناه ينتج عن كل دورة من دورات المحور الافقى دوران المحور
القائم وهذا انما هو فى صورة ما اذا فرضنا أن الطارات ذات الزاوية التى تنقل
فى وقت واحد لكل من المحورين حركة الآخر متساوية وأن القضيب الافقى
يرفع مرة و يخفض أخرى مكباس البخ الذى يحرك العربات فتكون حينئذ
كمية الماء المبخوخة فى الطلومبة الادروليكية مناسبة للمسافة التى تقطعها
اضراس العجلة الشغالة فعلى ذلك مهما كانت سرعة الآلة البخارية المحدثة
للقوة المحركة فعرض الشقوق التى تخطها الاضراس يكون واحدا مادام
العقرب الذى يعين سير العربات ملازما لنقطة واحدة من المحيط المدرج

ثم ان هذه الآلة التى وصفناها يسهل اصلاح اى جزء من اجزائها فانه
بواسطة مفك من حديد او بريمة يمكن اخراج اى آلة حادة يراد سنها
او تغييرها ثم اعادتها الى محلها بدون توقف على بقية الآلات اذ ليس لهذه
الآلة سوى تعشقين بسيطين لا يستدعيان كبير تعب ومع ذلك ينبغى
الاعتناء عند تشغيل العجلة المسلحة بتحريكها اولا باليد قبل تعشقها بالعجلة
ذات الزاوية التى يحمل محورها عجلة المحور المحرك الافقى لان العجلة المسلحة
فيها قوة كبيرة فلو تحركت دفعة واحدة بالحركة السريعة الصادرة
عن الآلة البخارية لعظمت المقاومة فى مبدأ الامر على اضراس التعشيق
وربما تلفت فى الحال بهذه القوة الشديدة فلهذا لزم الاهتمام ببدء تحريك
العجلة المسلحة باليد مع اللطف حتى يكون ازدياد السرعة الواقعة عليها
فى زمن التعشيق تدريجيا بحيث لا تشتد عليها المقاومة
ولاشك أن هذه الآلة غالية الثمن كثيرة الكلفة غير أنه اذا لاحظنا
ما تستدعيه من قلة المصاريف فى اصلاحها ومن السرعة العجيبة التى
تشتغل بواسطتها الاشغال التى تستغرق فى شغلها بغير تلك الآلة زمنا
طويلا وجدنا فى استعمالها توفيرا عظيما ويمكن عند الحاجة إحداث
نتائج عظيمة بواسطة الآلة التى يمكن أن نسوى بها أتم التسوية فى ظرف
دقيقة او دقيقتين كل جهة من جهات الاخشاب الغليظة الخارجة من
ورشة النشر خاما بدون اصلاح ولا تسوية
ولنتكلم الآن على الطلومبة الادروليكية المستعملة فى تطريق المعادن
فنقول انه يوجد فى ترسانة ووليك طلومبة ادروليكية صغيرة
تستعمل فى تطريق المعادن وهى عبارة عن آلة بخارية تحرك برمة مشدودة
مع الانتصاب دائرة الى أسفل والشغال يضع باحدى يديه تحت هذه البرمة
على كفة الطلومبة الادروليكية قطعة المعدن التى يريد أن يثقب فيها ثقبا
كثير العمق او قليله ويتكئ بيده الاخرى على رافعة الطلومبة البخاخة
ويحاول تنظيم حركاتها على وجه بحيث تقرب هذه القطعة المعدنية

من البرمة عند ماتدور هذه الآلة

(الكلام على الطلومبة الادروليكية المستعملة فى صناعة البارود)

لايخفى أن التركيب الكيماوى الذى به يتكون البارود يستدعى ضغطا كبيرا حتى يكون لهذا البارود قوة وكثافة عظيمة فقد صادف مااخترعه براماه فى هذا المعنى قبول الناس وتعودهم على استعماله ولا مانع أن يقال انه كثير الفائدة عام النفع ثم ان تركيب هذه الطلومبة الجديدة هو فى الحقيقة عين تركيب طلومبتى (شكل ١٥) و (شكل ١٦) غيرأن طلومبة البخ التى يكون بقربها الشغالة الذين يضغطون على البارود تكون منفصلة عن الاسطوانة الشغالة وعن الكفة التى يضغط عليها البارود بحاجز كثيف بحيث يقى الشغالة من خطر البارود اذا اتقد والانبوبة الموصلة لماء الطلومبة البخاخة الى الاسطوانة الشغالة مارة من تحت هذا الحاجز المستوى ويكون الوضع على شكل اسطوانة محورها عين محور الطلومبة البخاخة

ويوضع مادة البارود الخام التى يراد ضغطها فى صندوق من خشب مستطيل الشكل فى باطنه بطانة من الرصاص وعلى ظاهره تلبيسات من النحاس وأعلاه قابل للانفصال والجزء القائم المستطيل الذى هو عبارة عن مقدمه ينزع ويوضع على حسب الاقتضاء وهو مشدود بعوارض ومسامير من نحاس

وهذا الصندوق يمكن أن يحتوى على نحو ١٥٠ كيلوغراما من البارود وعوضا عن كون الانكليز يضغطون البارود كالفرنساوية كتلا كبيرة يقسمونه الى طبقات رفيعة يفصلونها عن بعضها بصفائح من نحاس توضع وضعا أفقيا فبهذه الطريقة يكون الضغط أسهل وأتم فان البارود متى انضغط بهذه الكيفية تجزأ وانسحق كله مع السهولة واذا وضع الصندوق على كفة الطلومبة لزم أن ينصب بقرب هذه الكفة صقالة صغيرة فوقها سطح يكون ارتفاعه بقدر ارتفاع الكفة التى تكون منخفضة بقدر الامكان وعلى كلتا جهتى هذا السطح حز كبير يشبه حزوز سكك الحديد كل حز منهما

يمتد الى آخر كفة الطلومبة تحت الصندوق وفى هذين الحزين يدخل حزان مجوفان او بكرتان مجوفتان لهما حلقان والصندوق يوضع فارغا على السطح ثم يملأ ويغطى بغطائه المستطيل ثم يدفع الى الكفة فعند ذلك تنزع الصقالة الحاملة للسطح وفى أسفل العارضة العليا من تخشيبة الطلومبة قطعة غليظة من الخشب عرضها دون عرض غطاء الصندوق

فتى تحركت الطلومبة النجاخة ارتفعت الكفة ورفعت معها الصندوق فعند ذلك يمس غطاء الصندوق قطعة الخشب الغليظة الثابتة فيستقر ايضا هذا الغطاء ويثبت ولاجل أن يستمر الصندوق المندفع بالكفة على الصعود دائما يلزم أن يدخل الغطاء المذكور ويضغط البارود الذى فى الكفة حتى يصغر حجمه شيأ فشيأ بقدر الامكان

(الدرس السابع)

فى الكلام على توازن الاجسام السابحة وعلى اثقالها النوعية وعلى سيلان السوائل

اذا وضعت جسما من الاجسام الصلبة فى سائل من السوائل وجدت بعض هذا الجسم ينغمس فى هذا السائل من جهة وبعضه يعوم على سطحه من الجهة الاخرى ومن تلك الاجسام مايمكث فى السائل على وضع متوسط بحيث لا يهبط الى قرار السائل ولا يصعد على سطحه ومنها ما يهبط الى القرار فلذا وجب علينا أن نبحث عن منشأ تلك الاوضاع المختلفة من حيث التوازن ولنبدأ من ذلك بالحالة الاولى لمزيد أهميتها فنقول

اذا فرضنا أن كتلة من السائل مكثت راكدة فى حوض ا ب ث (شكل ١ لوحة ٢) وفرضنا أن جزأ من هذا السائل مثل م ه ح خ تجمد دفعة واحدة بدون أن يزيد او ينقص وزنه او حجمه فلا تتغير فيه حالة التوازن اصلا وزيادة على ذلك تجد الجزء الباقى من السائل على حسب المساواة الموجودة بين الفعل ورده يضغط الجزء المتجمد من أسفل الى أعلى بقوة تساوى زنة هذا الجزء المتجمد الذى هو م ه ح خ

ولنعوّض الآن جزء م ڽ ح غ بجسم صلب موافق فى صورته الظاهرة وفى زنته بجزء م ڽ ح غ ونبحث عن الشرط اللازم لمكث هذا الجسم فى حالة التوازن

ولنفرض أن نقطة غ هى مركز ثقل السائل المعوّض بالجسم السابح فاذا كان مركز ثقل الجسم الذى هو عوض عن سائل م ڽ ح غ فى محل غ فلاشك أن انضغاطات السائل الظاهر الراسية تساوى زنة سائل م ڽ ح غ قبل تعويضه وتساوى زنة جسم م ڽ ح غ الذى هو عوض عن سائل م ڽ ح غ

فاذا لم يكن مركز ثقل جسم م ڽ ح غ الصلب فى محل غ بل صعد اوهبط عموديا عن نقطة غ التى هى مركز م ڽ ح غ فلاشك أن اندفاع السائل الظاهر من أسفل الى أعلى يكون على هذا الخط العمودى بعينه و يكون مخالفا لزنة الجسم و بذلك يحصل التوازن دائما

ومن هنا تنتج هذه النتيجة الاولى وهى أن كل جسم سابح على سائل اومنغمس فيه يكون فيه على حالة التوازن فى صورتين * الاولى صورة ما اذا كان ثقل الجسم مساويا لثقل السائل المعوّض بهذا الجسم * الثانية صورة ما اذا كان مركز ثقل الجسم الصلب ومركز ثقل الماء المعوّض بذلك الجسم موضوعين على خط قائم واحد

فاذا فرضنا الآن أن زنة الجسم مساوية بالضبط لزنة حجم السائل المساوى لحجم ذلك الجسم أمكن انغماس هذا الجسم فى هذا السائل بحيث تكون نقطة التهفهف مماسة لتسوية السائل اوتكون هذه النقطة منغمسة فى السائل بعدّة درجات مختلفة من العمق فاذا استقر الجسم والسائل المحتوى عليه أمكن أن يترك هذا الجسم ونفسه فيصير عائما فى الوضع الذى أخذه فى خلال الماء

ولكن اذا كان الجسم أخف من حجم السائل المساوى لحجمه فان ضغط الماء المحيط به يدفع هذا الجسم من أسفل الى أعلى بقوّة تساوى التفاوت الموجود بين زنة السائل المعوّض والجسم الصلب فيصعد هذا الجسم حينئذ و يخرج

منه

منه جزء فوق السائل حتى يكون حجم الجزء المنغمس مساويا لزنة السائل المساوى لزنة هذا الجسم

ولنتكلم الآن على الحالة الثالثة أعنى الحالة التى يكون فيها الجسم الصلب أثقل من حجم السائل فنقول اننا اذا فرضنا فى هذه الحالة أن الجسم الصلب منغمس بتمامه فى السائل فان الضغط الحاصل من هذا الجسم من أعلى الى أسفل على حسب ثقله يكون اكبر من رد الفعل الحاصل من السائل من أسفل الى أعلى فاذن يتأثر الجسم بفعل ثقله الخاص و يهبط الى قرار السائل اذا كان ثقل هذا السائل واحدا من جميع جهاته

وهذه النتائج الاولية كلها كثيرة الفوائد فتى طرحنا فى السائل كالماء مثلا جسما من الاجسام الخفيفة فانه يمكن بقوة الدفع غمس هذا الجسم تحت سطح السائل مدة لحظات قليلة ولكن عما قليل يدفعه السائل الى أعلى فيظهر فوق سطحه و يعوم عليه ولا يبقى فى السائل حينئذ من هذا الجسم الا جزء يكون حجمه الموضوع فى السائل مساويا بالثقل النوعى

واذا كان للاجسام تحقيقا او تقريبا ثقل يساوى حجم الماء الحالة هذه الاجسام محله فان تلك الاجسام تمكث فى خلال الماء كبعض الاخشاب السابحة التى ليس لها من الخفة ما تعوم به على سطح السائل ولا من الثقل ما تنغمس به و تهبط الى القرار و بالجملة فتى كانت الاجسام أثقل من الماء ولو بيسير فانها تهبط من نفسها الى قرار السائل وهذا ما نشاهده اذا طرحت فى الماء كرة من حديد او من رصاص

فبناء على ذلك اذا كان للجسم زنة ثابتة الا أن فيه خاصية بها يزيد حجمه او ينقص فانه يمكن أن يمكث فى خلال السائل او يعوم على سطحه او ينزل الى قراره فاذا جعلنا هذا الجسم قدر كمية السائل الذى يحل محله فان وزنه اما أن يكون قدر هذا الجسم او أقل منه او اكثر وهذه هى الخاصية التى توجد فى الاسماك فان الله سبحانه وتعالى جعل لها من الوسايط ما تعيش به فى الماء ولو بلغ فى العمق ما بلغ وتنتقل فيه مع غاية السهولة من محل الى آخر فجعل لها قناة هوائية

محاطة بغشاء مرن ينبسط تارة و ينقبض أخرى فيزيد حجمه او ينقص فمتى
أراد هذا الحيوان الارتفاع اكتفى بارخاء العضلات الضاغطة لهذه القناة
فيزيد حجمه فى الحال بدون أن يزيد ثقله فبهذه الكيفية يرتفع الى سطح السائل
المحيط به بواسطة رد الفعل ومتى أراد النزول الى قرار السائل حرك تلك
العضلات الضاغطة للقناة المذكورة فينقص حجمه و ينزل بثقله الخاص به
حتى اذا وصل الى العمق الذى يريده لاجل امنه واستراحته نفخ تلك القناة على
قدر الكفاية بحيث يحدث فيه ثقل يساوى ثقل الماء الذى يحل محله فيمكث فيه
حينئذ مع الراحة والسكون
فاذا فرضنا الآن أن المطلوب عمل سفينة غير قابلة للغرق لزم أن نفرض أن
جميع اجزائها التى يمكن للماء الدخول فيها ممتلئة بالماء وأن ذلك لا يمنع
السفينة من العوم و يمكن عمل ذلك بأن تتخذ هذه السفينة من مواد خفيفة
جدا كالاخشاب البيضاء لاسيما خشب الفلين بحيث لو ملأ الماء جميع
المسافة المشغولة بالمواد التى اتخذت السفينة منها لكان ثقل الماء اكبر من
ثقل السفينة فاذن لا فائدة فى ملء باطن السفينة بالماء وحيث ان هذا الماء
ليس أثقل من الماء الذى حل هو محله فالتفاوت المفروض بين ثقل الجواهر
الخفيفة المركبة منها السفينة وثقل حجم الماء لم يزل موجودا فبناء على ذلك
تعوم السفينة ولا تغرق اصلا * وبموجب هذه القاعدة عملت الزوارق الصغيرة
المعدة لانقاذ اهل السفن الكبيرة التى تغرق قريبا من المينا ولكن لسوء الحظ
لم يمكن أن يصنع من تلك المواد بهذه المثابة السفن الكبيرة المعدة لحمل كثير
من الناس والاسلحة والبضائع الصغيرة الحجم الكبيرة الوزن فاذن يلزم التشبث
بوسايط اخرى يكون بها انقاذ تلك السفن من العوارض الكبيرة التى
تفضى بها الى الغرق
وأعظم الاستعمالات التى أمكن للبشر استكشافها من خواص السوائل
التى تحمل بها الاجسام الصلبة الموضوعة على سطحها هى خاصة القنج
والسفن التى تسير على الماء فى البحيرات والابحر لنقل الناس والمحصولات

الصناعية الى مسافات بعيدة فى أزمنة يسيرة بواسطة قوى قليلة
وهذه السفن ليست الا أجساما صلبة مقعرة ثقلها الكلى أقل من حجمها المشغول كله بالماء وبالجملة فالسفينة اذا وضعت على سطح الماء فانها تعوم فوقه
والجزء الاسفل منها المنغمس فى السطح الافقى من تسوية الماء يقال له اترابل اى أسفل منطقة السفينة و السطح الافقى المذكور يعرف بالسطح المساوى للماء اى بنقطة تهفهف الماء فعلى ذلك خط التهفهف الذى هو المحيط المرسوم على السطح الظاهر من السفينة يسمى بمستوى التهفهف اى تسوية سطح الماء
ومقتضى القواعد التى ذكرناها فى شأن توازن الاجسام السابحة على ظهر الماء انه لا يمكن أن تعوم السفينة على ظهر الماء وتبقى على حالة التوازن بدون الشرطين الآتيين وهما
(اولا) يلزم أن يكون الاترابل المساوى حجمه لحجم الماء المعوض بالسائل مساويا فى الثقل لحجم الماء المساوى لثقل السفينة مساواة تامة
(ثانيا) يلزم أن يكون كل من مركز ثقل الاترابل المفروض شغله كله بالماء ومركز ثقل السفينة موضوعا على خط عمودى واحد ولا يكفى أن تكون السفينة المراد وضعها فى الماء موضوعة فى وضع واحد على ماء راكد بالكلية ولا أن تكون متوازنة توازنا وقتيا فان كثيرا من العوارض العادية تعرض على حين غفلة وتغير هذه الحالة وذلك أن ركاب السفينة وخدامها المتوطنين بادارة سيرها وحركتها ينتقلون فى الغالب من جهة الى أخرى ومن الأمام الى الخلف وكل حركة من حركاتهم تغير حالة التوازن الاصلية وأدنى حركة من الريح التى تغير تسوية السائل وتقرع الجزء العائم من السفينة يحدث عنها عوارض أخرى قوية تغير حالة التوازن ايضا
فاذن لا ينبغى الاقتصار على مجرد كون السفينة ملازمة لوضع واحد من التوازن على السائل بل ينبغى ايضا أن يفرض انها مع تغير هذا الاتجاه

بسبب اى عارض كان تكون فى حالة التوازن او انها تميل الى أخذ التوازن والرجوع الى وضعها الاول

فاذا فرضنا أن السفينة كانت فى وضعها الاصلى (شكل ٢) ثابتة على سائل م ن وأن نقطة ث هى مركز ثقل الاترابل وهو م و ن وأن نقطة غ هى مركز ثقل السفينة لزم أن كلا من هذين المركزين يكون على خط واحد عمودى مثل ث غ بحيث تكون السفينة فى السائل على التوازن دائما فلو فرضنا انها تميل قليلا بحيث تكون أ دَ (شكل ٣) هو خط التهفهف بدلا عن ا د الذى هو خط التهفهف الاصلى لرأينا ان الاترابل يكتسب حجم د ب د من جهة خط ث غ ب و يفقد حجم أ ب ا من الجهة الاخرى من هذا الخط فاذن يكون مركز الاترابل بهذا التغير منتقلا من جهة ب د دَ الى نقطة ثَ فاذا رفعنا عمود ث م الى نقطة م التى يتلاقى فيها مع مستقيم ث غ بَ فنقطة م هذه هى مايسمى بالمركز الخارج من السفينة واذا كانت نقطة غ التى هى مركز السفينة موضوعة فى نقطة م مع الاحكام والضبط حصل التوازن و بقيت السفينة على حالة التوازن فى وضعها الجديد كما كانت فى وضعها الاصلى

ولو فرضنا أن نقطة غ التى هى مركز ثقل السفينة تحت نقطة م لكان هنالك قوتان احداهما تساوى ثقل السفينة وهى التى تحركها فى نقطة غ من أعلى الى أسفل والاخرى تساوى هذا الثقل او ثقل الماء المعوض وهى التى تحرك السفينة من أسفل الى أعلى فعلى ذلك تحرك هاتان القوتان معا لاجل تدوير الجسم العائم من الشمال الى اليمين فان مال من اليمين الى الشمال او العكس بمعنى ان اختلاف القوتين يكون سببا فى أخذ السفينة لوضعها الاصلى ففى هذه الحالة يكون التوازن ثابتا و يستقر الانسان فى السفينة ولا يخاف من الغرق اذا تغير وضع التوازن الاول واما اذا كان مركز غ (شكل ٤) فوق نقطة م فان قوة ثقل

السفينة

السفينة وقوة السائل الدافعة يتحركان لاجل تدوير الجسم فى جهة واحدة كالميل السابق بمعنى اننا اذا ميلنا السفينة من جهة مالت معنا الى تلك الجهة وبالجملة فبدون النظام والترتيب الذى لم نتكلم عليه هنا تدور السفينة حتى تنقلب وهذا ما يسمى بالانقلاب وفى هذه الحالة لا يكون التوازن ثابتا وقبل أن يعرف مهندسو السفن الوسايط اللازمة للثبات الكافى للمراكب كان أغلب السفن لا يوجد فيه هذه الصفة التى لا بد منها وكان يرى ما يميل الى وضعه الاول اذا حصل له أدنى تغير ولكن اذا تجاوزت القوة العارضة حدها فان السفينة التى تكون ثابتة فى المينا لا تكون كذلك فى وسط البحر مع شدة الرياح العاصفة بل بمجرد اشتداد الريح تنقلب السفينة وتصير هى وركابها تحت الامواج واما الآن فصار يمكن التحرز من مثل هذه الاخطار بواسطة المعارف

ومن ألطف الاشياء كون الانسان يرى العلوم البحرية تسعى الى اعانته وحفظه من الاخطار التى لم يمكن تداركها بالتجربة العملية التى هى عبارة عن استعمال بعض وسايط منتخبة وحسابات مضبوطة ولولا كثرة مواد هذا المبحث لأوردنا هنا ما يلزم له من التفاصيل المتعلقة بمعرفة ثبات السفن فان ذلك من خصوصيات الهندسة العالية فلزم تركه للضباط البحرية ومعمارجية السفن حيث ان ذلك من وظيفتهم فليراجعوه فى تطبيقات الهندسة والميكانيكا فانه مذكور فيها مع التفصيل والتوضيح التام ولما تكلمنا على تغيرات حجم الاجسام السابحة ناسب أن نعقب ذلك بالكلام على ثبات او تغير حجم السوائل التى تعوم فيها هذه الاجسام فنقول

ان هناك سوائل كالماء والنبيذ والزيت والزيبق لا يتغير حجمها تغيرا ظاهرا ولو اشتد الضغط عليها فلذا كانت تسمى بالسوائل الغير المنضغطة وهى وان كانت لا تتأثر بالقوى التى يستعملها الانسان فى زيادة حجمها او تنقيصه لكنها تتأثر بالقوة المؤثرة فى جميع الاجسام الطبيعية وهذه

القوة هى الحرارة
فكلما زادت الحرارة فى هذه السوائل زاد حجمها فاذا وضعنا عدّة سوائل مختلفة الطبيعة فى محل واحد وكانت كلها تتأثر بالحرارة على اختلاف أنواعها فان مايطرأ على حجمها من التغيرات يكون على حسب النسب الثابتة تقريبا مثلا اذا فرضنا أن عمودا من الماء تأثر بقوتين مختلفتين من قوى الحرارة او البرودة حتى زاد طوله اونقص كنسبة ١ اوكنسبة ٢ وغيرناه بعمود آخر من الزيبق او الزيت او الكوُل اوغير ذلك من السوائل فان حجم هذا العمود الثانى يتغير بالزيادة اوالنقص فى هاتين الحالتين بكميات متناسبة تقريبا :: ١ : ٢
فيكفى اذن أن نعرف التغيرات التى تحدثها الحرارة فى سائل واحد فى محل واحد اذ بذلك تعرف نسبة التغيرات التى تحدثها هذه الحرارة فى السوائل الاخرى وهذا التوافق الحاصل فى تغير حجم السوائل لايكون الا فى حدود معلومة بحيث لو تعدّاها اختلفت طبيعة هذه الاجسام
فلو بردت السوائل بزيادة بعض درجات لتجمدت وصارت صلبة فمن ثم اذا اشتدت البرودة صار الماء ثلجا واذا كانت البرودة دون ذلك بكثير تجمد الزيت وانعقد فلذا ترى الزيت فى فصل الشتاء يتجمد فى المزيتة مع وجود حرارة المحل بخلاف الماء فانه لايتجمد فى البلور الموجود بهذا المحل
واما روح النبيذ والزيبق فليسا كالزيت والماء الصافى لان تجمدهما عسر جدّا فاذن لكل سائل درجة مخصوصة يتجمد فيها مادامت هذه الدرجة باقية على حالها والا خرج الجسم عن السايلية الى الصلابة
فاذا أبدلنا البرودة بالحرارة وزدناها شيأ فشيأ فان هذه السوائل تنتهى الى حدّ معلوم تتفرق فيه اجزاؤها الصغيرة عن بعضها وتستحيل بخارا اوغازا وتصير اجساما سيالة كالهواء
وذلك انما يكون اذا سخن الماء حتى وصل الى درجة الغليان الذى هو كناية عن ازدياد حجم جزيئاته التى تستحيل من حالة السايلية الى حالة الغازية

وبهذه الزيادة يشغل الماء الذي استحال الى بخار اوغاز مسافة اكبر من مسافته قبل الاستحالة بألف وسبعمائة مرة

وكذلك يمكن تحويل السوائل الاخر الى حالة البخارية اوالغازية لكن بدرجة مخصوصة من الحرارة فيلزم في تصاعد الاتير والكؤول حرارة أقل من الحرارة اللازمة لتصاعد الماء ويلزم في تصاعد الزيبق حرارة اكثر من ذلك كله ومع هذا فيلزم في تصاعد السائل الواحد واستحالته الى بخار أن تكون درجة الحرارة واحدة

وحيث كان يحصل للسوائل في حالتي التجمد والتصاعد تغيرات متناسبة تقريبا وكانت درجة الحرارة التي تحدث التجمد اوالتصاعد في سائل واحد لا تتغير أمكن أن نأخذ تفاوت الحرارة الحاصل بين تجمد اى سائل كان كالماء مثلا وتصاعده ونقسم ذلك التفاوت الى اجزاء متساوية ونجعلها وحدة للحرارة

وهذا ما كان يفعله ريومور فانه كان يقسم تغيرات الحرارة الى ثمانين درجة متساوية من ابتداء تجمد الماء الى تصاعده

واما الآن فلمراعاة الانتظام في التقسيم قسموا هذه المسافة الى مائة درجة متساوية وهو ما يسمى بالتقسيم المئيني

وقد ترتب على هذه المعرفة السهلة التي هي أخذ الحرارة وحدة قياس تقدم عظيم للعلوم الطبيعية والفنون الصناعية فلو عرف الاقدمون طريقة قياس الحرارة لتركوا لنا معارف نفيسة في شأن حرارة الكرة وعدة حوادث طبيعية ومثل ذلك مما يحث الانسان على اختراع الطرق والوسايط التي يقيس بها مع الضبط كل قوة من القوى الطبيعية

ولنرجع الى الكلام على توازن السوائل الحقيقية فنقول ان كتلة السايل التي تكون درجة حرارة جميع اجزائها واحدة يظهر منها في سائر نقطها أن وزنها واحد وحجمها واحد فتكون كثافتها واحدة من جميع جهاتها

فاذا قابلنا عدة اجسام مختلفة وكانت متحدة الحجم كانت كثافاتها متناسبة

مع اوزانها
فاذا أخذنا كيلوغراما من الماء بنحو ٥ درجات من الحرارة وكيلوغراما آخر بنحو ١٠ درجات وثالثا بنحو ٢٠ ورابعا بنحو ٣٠ وخامسا بنحو ٦٠ وهكذا كان وزن الجميع واحدا غير أن حجم الاول يكون أقل من الثانى والثانى أقل من الثالث والثالث أقل من الرابع وهكذا
ولاجل مقابلة هذه الكثافات تقيس حجم كيلوغرام الماء فى جميع هذه الاحوال المختلفة فان نزلت الحرارة الى الدرجة التى يكون فيها هذا الحجم صغيرا جدا كان حجم الماء الذى يساوى دسيمترا مكعبا هو عين القياس المسمى ليترا والمراد من الماء هنا الماء المقطر الذى تصاغر حجمه بقدر الامكان ويسمى فى اصطلاحهم بالماء المقابل
(ولا يوصل فى تصغير حجم الماء الى درجة الصفر ودرجة حرارة الثلج الذائب بل الى مافوق الصفر بثلاث درجات وكسور)
ومن المهم ايجاد وسايط بها تكون مقابلة كثافة الماء المأخوذ وحدة القياس بكثافة جميع الاجسام الاخر
وقد ذكرنا أن كثافتى الجسمين المتحدين فى الحجم تكونان متناسبتين لزنة هذين الجسمين و يطلق اسم الاوزان النوعية على الاوزان المتقابلة من هذين الجسمين المتحدين فى الحجم
وثقل الماء الذى صغر حجمه يؤخذ وحدة قياس للاوزان النوعية
فاذا رمزنا للوزن النوعى من حجر او معدن من المعادن بعدد ٢ او ٣ او ٤ دل ذلك على أن وزن دسيمتر مكعب من هذا الجسم يساوى وزن دسيمتر مكعب من الماء المأخوذ وحدة للاوزان النوعية مرتين او ثلاثة اوار بعة ويؤخذ من توازن الاجسام السابحة طريقة سهلة توصلنا الى معرفة الاوزان النوعية وهى أعظم فائدة من غيرها من الطرق التى تستعمل فى ذلك
وحينئذ لا يمكن بدون استعمال توازن الاجسام السابحة أن نعرف الاثقال النوعية الا بالعمليتين الآتيتين احداهما أن نقيس مع غاية الضبط حجم ق

الذى هو حجم الجسم المطلوب معرفة ثقله النوعى ثانيتهما أن نقيس وزن ح
الذى هو زنة هذا الجسم المعروف المقدار فى حالة الفراغ ونقدر أن ق = ث
لترات وأن ح = م كيلوغرامات فاذن $\frac{م}{ث}$ هو العدد الدال
على الوزن النوعى

ولكن اذا كان شكل الاجسام غير منتظم فانه يتعسر او يتعذر قياس حجمها
قياسا هندسيا فعلى ذلك لا يمكن أن نعرف حجم هذه الاجسام ولا وزنها النوعى
معرفة صحيحة

فاذا كان جسم حَ (شكل ٥) منغمسا بتمامه فى سائل اب ث
المصغر الحجم و بقى معلقا فيه لكون ثقله يساوى ثقل حجم الماء الحال هو محله
كانت نسبة زنة هذا الجسم الى حجمه كنسبة زنة الماء المعوّض الى حجمه
وفى هذه الحالة يكون الوزن النوعى لهذا الجسم مساويا مع الضبط لثقل الماء
و يستدل على ذلك بعدد ١

واذا كان جسم ح (شكل ٦) الموضوع فى وسط السائل بدون حركة
محتاجا الى أن يمسك بقوة ف لئلا يهبط الى قرار الماء كان حجمه أثقل من
الماء الحال هو محله فاذن يكون ثقله النوعى اكبر من ١

ومن السهل معرفة المقدار الكلى لهذا الثقل النوعى

وذلك بأن نعبر مثلا بحرف ق ليترات عن عدد ليترات الماء المقابل
المعوّض بجسم ح أعنى حجم هذا الجسم فحرف ق كيلوغرامات يصير
ثقل الماء المعوّض

وليكن الآن حرف ف عبارة عن القوة التى يلزم استعمالها لمنع
جسم ح من الهبوط الى قرار السائل

وحيث ان هذا الجسم قد ذهب بواسطة اندفاع الماء جزء من ثقله مساو
لثقل الماء المعوّض المساوى ق كيلوغرامات فاذن يكون ثقل هذا الجسم
ناقصا ف مساويا ف فعلى هذا يكون الوزن الكلى للجسم الموزون
فى الفراغ (اى خارجا عن السائل) مساويا ق + ف كيلوغرامات

وبالجملة فالوزن النوعى لهذا الجسم يكون مساويا $\frac{ن + ف}{ق}$

فاذا اقتضى الحال أن ندفع جسم ح من أعلى الى أسفل بقوة ف لاجل منعه من الصعود الى سطح المائع لا عن جذبه بقوة ف من أسفل الى أعلى لاجل منعه من السقوط الى القرار صارت زنة الجسم الحقيقية عبارة عن ق ـ ف كيلوغرامات وصار ثقله النوعى مساويا $\frac{ن - ف}{ن}$

ويستعمل لقياس قوة ف آلة عظيمة تسمى بالميزان الادروستاتيكى (شكل ٧) وهو ميزان ذو ذراعين متساويين عادة وكفتين احداهما معدة لوضع الاثقال فيها

وفى أسفل كل واحدة من هاتين الكفتين خطاف صغير يعلق فيه طرف خيط رفيع وفى الطرف الآخر من هذا الخيط تعلق الاجسام المراد معرفة وزنها النوعى

وقبتا هذا الميزان مستندتان على مسندين منضمين الى قضيب آلة مربعة معدة لرفع الاثقال وهذا القضيب يهبط و يصعد على حسب تدوير ملقاف هذه الآلة يمينا او شمالا و بهبوطه وصعوده تهبط او تصعد نقط تعليق الميزان و بهذه الطريقة يمكن سقوط جسم ح فى اناء ممتلئ بالماء المصغر حجمه بقدر الامكان و يمكن ايضا معرفة ثقل ف الذى يلزم وضعه فى احدى الكفتين لاجل معادلة جسم ح المغموس فى الماء

فاذا وضع ثقل ف فى الكفة المعلق فيها الجسم كان هذا الجسم أخف من الماء الحال هو محله واما اذا كان وضع الثقل المذكور فى الكفة المقابلة كان الجسم أثقل من الماء

فاذا وزنا الآن جسم ح فى الفراغ اى قبل حلوله فى السائل وقدرنا ان وزنه يبلغ ق كيلوغرامات تحصل معنا أن الثقل النوعى من الجسم الموزون $= \frac{ق - ف}{ن}$ أو $\frac{ن - ف}{ق}$ على حسب كفة الميزان التى يوضع فيها

ثقل ف وحيث كان من المهم أن تعمل هذه العمليات مع غاية الضبط لزم عمل مدرج مثل ح و خ وعقرب مثل ش و ليعرف بهما هل الميزان قبل كل وزنة و بعدها في حالة التوازن الطبيعي ام لا و بالجملة فلاجل التحقق من توازن هذه الآلة بتمامها ينبغي أن يكون الميزان محمولا على اطراف البريمات الثلاثة التي تستعمل في رفع الجهات المنخفضة رفعا بحيث يصير طرف الكرة المعلقة في الخيط على نقطة موضوعة في مركز القاعدة التي تساويها تلك البريمات تسوية صحيحة

ومن الاجسام ما يذوب بمجرد الوضع في الماء كالجواهر المالحة ومنها ما يمتص الماء سريعا فحينئذ تكون قوة ق اللازمة لتوازن هذه الاجسام في الماء زائدة بقدر زنة الماء الممتص وناقصة بقدر الجوهر المحلول الذائب في الماء المحتوى عليه فيلزم في مثل هذه الحالة أن توزن تلك الاجسام في سائل آخر يكون ثقله النوعي معروفا كالزيت والكؤول والزئبق ويكون مخالفا للجواهد التي يراد معرفة ثقلها النوعي

ولاجل قياس ثقل الاجسام الصغيرة النوعي تستعمل آلة عظيمة اخترعها نكولسون

وهي عبارة عن اسطوانة من الصفيح مرموز لها بحرف ا (شكل ٨) وكفة مرموز لها بحرف ب معلقة فوق تلك الاسطوانة بواسطة قضيب صغير وسطل مرموز له بحرف ض عروته معلقة تحت الاسطوانة المذكورة فاذا أردت أن تعرف بواسطة هذه الآلة الثقل النوعي لجسم ث فضع هذا الجسم اولا في كفة ب وأردف عليه ثقل ف حتى ينزل الجسم المنغمس بتمامه في الماء المقابل بحيث تكون علامة ط على سطح الماء وقد عرفت قبل ذلك ما يلزم وضعه من وزن ق (غير الجسم) لاجل تنزيل هذه الآلة بحيث تكون علامة ط على سطح الماء فاذن ينتج معك

ق = ح + ف وح = ق ـ ف وحرف ح هو وزن جسم ث

ثم نضع جسم ث فى سطل ص الصغير وتغمسه فى الماء وتملأ الكفة الصغيرة بالصنج حتى تنزل الآلة على قدر الكفاية بحيث تكون علامة b على مساواة السائل

واذا رمزنا بحرف فَ الى مجموع هذه الاوزان الجديدة نتج معنا ق ــ فَ تساوى ثقل حجم الماء المعوض بجسم ث فعلى ذلك

تكون $\frac{ق - ف}{ق - فَ}$ = لثقل جسم ث النوعى

فاذا أردنا الآن معرفة الوزن النوعى للسوائل أخذنا مكعبا من جسم معدنى يكون ضلعه نحو دسيمتر واحد وعلقناه فى أسفل كفة الميزان الادروستاتيكى فلو غمسنا من مبدأ الامر هذا المكعب فى الماء المقابل لزال من وزن الجسم نحو كيلوغرام واحد فيلزم اذن أن نضع على الكفة الحاملة للمكعب المعدنى كيلوغراما ليكون الميزان الادروستاتيكى فى حالة التوازن الذى فرضناه قبل الغمس فى السائل

فاذا أخرجنا المكعب من الماء وغمسناه فى سائل آخر كالزيت او روح العرقى مثلا كان حجم كمية السائل المعوضة واحدا ووزنها مختلفا لان هذه الاجسام أخف من الماء فاذا فرضنا حينئذ أن خ هى الوزن الجديد الذى يلزم وضعه فى الميزان كى يحصل بعد الانغماس التوازن الذى كان موجودا قبله نتجت معنا هذه النسبة وهى نسبة وزن دسيمتر واحد مكعب من الماء المقابل الى وزن دسيمتر مكعب من السائل الجديد كنسبة كيلوغرام واحد الى خ كيلوغرامات فاذن تكون خ هى الوزن النوعى لهذا السائل الجديد .

فاذا استعملنا عوضا عن المكعب المعدنى الحال فى الحقيقة محل ليتر واحد من الماء مكعبا لا يحل الا محل ليتر او $\frac{1}{2}$ او $\frac{1}{3}$ من ليتر فان الوزن المفقود من المكعب فى الماء المقابل على حسب هذه الاحوال يكون $\frac{1}{2}$ أو $\frac{1}{3}$ أو $\frac{1}{4}$ من كيلوغرام او يعبر عن ذلك بحرف م كيلوغرامات فاذا عبرنا عن الوزن

المفقود في السائل الجديد بحرف خ كيلوغرامات نتج معنا $\frac{خ}{م}$

وهو الوزن النوعي المطلوب بمعنى انه يكفي في تحصيل الوزن النوعي للسائل الجديد أن تقسم الوزن المفقود من السائل الجديد على الوزن المفقود من الماء

وهنا طريقة عظيمة تستعمل لاجل معرفة الاوزان النوعية لسائلين وهي اننا نسكب اولا كمية من الزئبق مثل اثب (شكل ٩) في انبوبة منحنية ثم نصب في فرع اد الاول وزنا ما مثل ح من السائل الاول الذي نريد أن نعرف وزنه النوعي ثم وزنا آخر مثل خ من السائل الثاني في فرع به حتى يستوي الزئبق في الفرعين

فاذن يكون الضغط الواقع من وزن ح على جزء ثا من الزئبق مساويا للضغط الواقع من وزن خ على جزء ثب من هذا الزئبق فحينئذ ح = خ واذا استوت الانبوبة وصارت متوازنة كان حجما السائلين اللذين يرتفع أحدهما من ا الى د والآخر من ب الى ه متناسبين مثل ارتفاع اد الى به فعلى ذلك تكون النسبة بين الثقلين النوعيين لهذين الجسمين كنسبة $\frac{ح}{اد}$ و $\frac{ح}{به}$ ومن ذلك يعلم أن الثقلين النوعيين لهذين الجسمين كناية عن ارتفاعي اد و به وان كان ذلك على خلاف القياس

وقد عيب على هذه الطريقة وعلى استعمالها في العمليات من وجهين أحدهما انه يتعسر على الانسان في مبدأ الامر وجود انبوبة يكون لفرعيها قطر واحد من جميع جهاتهما ثانيهما انه لا يمكن اتحاد جوانب تلك الانبوبة كثيرا ولا قليلا مع السوائل وذلك ينقص نتيجة وزن السوائل النوعي

فالاحسن أن تستعمل الطريقة الكثيرة الاستعمال في الفنون وهي طريقة الآلة المسماة بالاريومتر (اي ميزان ضغط السوائل) وذلك بأن نفرض اولا كرة فارغة من زجاج مثل ب (شكل ١٠) وكرة أخرى أصغر منها

مثل ض في جزء منها رصاص او زئبق وتكون مثبتة تحت الكرة الكبرى ونفرض ايضا فوق هذه الكرة انبوبة مثل ش ا مدرجة بتقسيمات متساوية فاذا فرضنا أن هذا الاريومتر منغمس في الماء المقابل الى نقطة ه فان انغماسه يكون أقل من ذلك لو غمس في السوائل الخفيفة عن الماء وهنالك علامات مخصوصة تبين الحد الذى يصل اليه الاريومتر حال انغماسه في سائل معلوم الوزن النوعى كالعرقى او المحلولات الملحية فعلى ذلك اذا امتحنا سائلا من السوائل فانا نجد وزنه النوعى اما أن يكون مساويا لوزنه المعتاد او أقل منه أو اكثر ومثل ذلك من الامور المهمة في عدة فنون

والآلة التى اخترعها فارنهيه (شكل ١١) هى أنفع بكثير من الآلة السابقة وهى تخالفها من حيث كون كرتها الكبيرة مستطيلة وانبوبتها قضيبا قصيرا رفيعا جدا وفوقه كفة صغيرة الا أن هذا الاريومتر يوزن مع غاية الضبط ويرسم وزنه على الكفة لئلا ينسى ثم يغمس في الماء المقابل وبعد ذلك تملأ الكفة باثقال صغيرة مثل ح حتى ينغمس الاريومتر المذكور في الماء الى علامة ا تحقيقا ثم يخرج ويغمس في السائل الذى نريد معرفة وزنه النوعى ثم يوضع في الكفة اثقال صغيرة أخرى مثل غ حتى تصير علامة ا على مساواة السائل

فاذا رمزنا الآن الى وزن الاريومتر الموزون في الفراغ (اى خارج السائل) بحرف ح نتج معنا لوزن السائل المعوض وقت الانغماس الاول ح + ح ولوزنه وقت الانغماس الثانى ح + غ وزيادة على ذلك يكون حجما كتلتى السائل المعوض متساويين فبناء على ذلك تكون نسبة $\frac{ح + غ}{ح + ح}$

هى نسبة الوزنين أعنى وزنى السائل النوعيين

ثم ان علماء الطبيعة يستعملون الاوزان النوعية في تمييز الاجسام المتحدة في الصورة واللون المختلفة في الطبيعة ويستعملها الجوهرجية ايضا ليعرفوا بها الاحجار الثمينة من غيرها وكذلك الكيماوية والاطباء اجتهدوا في معرفة خاصة

هذه

هذه الاوزان حتى لا يدخل عليهم غش الدجالين الذين من عادتهم بيع الاجزاء الكيماوية والادوية المغشوشة

ولا مانع أن اذكر هنا مثالا شهيرا يستدل به على منفعة الآلات التى تستعمل فى قياس اوزان السوائل النوعية قياسا صحيحا مضبوطا فأقول ان العرقى له وزن نوعى يختلف كبرا وصغرا باختلاف درجة تركيزه (اى انعقاده وتداخل اجزائه فى بعضها) كثرة وقلة والفرنساوية هم اول من قاس درجة تركيز العرقى بميزان السوائل واول من احرز قصب السبق فى فخر اختراع العرقى وجعله على الدرجة المضبوطة الملائمة لانواع الاحتياجات والاستهلاكات

وقد أراد الاسبانيول مزاحمة الفرنساوية على فخر صناعة عمل العرقى بسبب نظافة انبذتهم الروحية بالتقطير ولكنهم لجهلهم بقياس درجة التركيز بميزان السوائل اكتفوا بوضع نقطة من الزيت على العرقى تنزل فيه من ارتفاع معلوم فبقدر غوص هذه النقطة كثرة وقلة فى عمق السائل تعرف قوة العرقى كثرة وقلة ايضا وكانت هذه الطريقة الخشنية توقعهم غالبا فى الخطأ فكانوا يعطون المشترين من الاجانب خمرا مختلف الدرجة فكان ذلك منشأ لذم محصولاتهم وسوء شهرتها حتى اضطروا الى بيعها للفرنساوية بدون القيمة فالآتهم العظيمة يكسبونها القوة المناسبة بالدرجة المضبوطة ويبيعونها بأغلى ثمن كغيرها من الارواح المستخرجة عندهم فكانوا قبل الفتنة يكتسبون فى كل سنة من شمال اوروبا من هذه التجارة بخصوصها اربعة ملايين من الفرنكات

واما الآن فعرف الاسبانيول استعمال ميزان السوائل وحرموا الفرنساوية من هذا الربح العظيم

وبذلك تعرف اهمية منفعة الآلات البسيطة المتحصلة من الميكانيكا بالنظر لتجارة الاهالى وثروتهم ولاشك أن منشأ تلك الفوائد انما هو العلوم والمعارف

وحيث تكلمنا على ما يتعلق بضغط السوائل وموازنتها ناسب أن نتكلم على

النتيجة التي تحصل من هذه السوائل حين اندفاعها من الاناء أو الحوض الذي يحويها مطلقين على المسلك الذي تخرج منه السوائل المذكورة اسم الثقب أو المنفذ سواء كان ذلك المسلك في عمق الاناء او احد جوانبه فنقول لنفرض اولا أن المنفذ في عمق الاناء وأن هذا العمق أفقي فجزء العمق الذي كان شاغلا لمحل المنفذ كان حاملا لضغط مساو لعمود الماء الذي صار هذا المنفذ قاعدة له وارتفاعه هو نهاية سطح السائل الاعلى وهذا العمود هو عبارة عن الثقل الضاغط لجزيآت الماء الموضوعة على نفس القاعدة وهذه هي طريقة معرفة السرعة التي تكون للسائل بالنسبة للضغط المذكور فاذا علقنا في هذا الثقب انبوبة منحنية ارتفاعها مساو ولو للسطح الاعلى من السائل فان هذا السائل بمجرد الثقل يندفع في الانبوبة بقوة تتجدد في كل لحظة بشدة واحدة وهذه هي القوة السريعة الدافعة فاذن يكون السائل مندفعا من أسفل الى أعلى بنفس هذه القوة حتى يساوي ارتفاع السطح الاعلى من السائل و بذلك يحصل التوازن ويصير السائل ساكنا راكدا وعليه فالسرعة التي يأخذها السائل من ابتداء صعوده من السطح الاسفل من الثقب الى السطح الاعلى منه هي عين السرعة التي يأخذها من هبوطه من السطح الاعلى الى السطح الاسفل حتى يصل الى السطح المذكور وحيث ان سرعة الجسم الساقط بنفسه مناسبة لجزر تربيع ارتفاع سقوطه فالسرعة التي يخرج بها الماء من المنفذ مناسبة لجزر تربيع ارتفاع عمود الماء الموجود فوق هذا المنفذ

ويكون تأسيس نافورات الماء على حسب القاعدة التي توصلنا بها الى هذه النتيجة وذلك بأن تبرز انبوبة منحنية من حوض مرتفع فيصعد الماء المندفع منها عموديا حتى يصل الى ارتفاع هو في الحقيقة عين ارتفاع السطح الاعلى من السائل مالم يكن هنالك هواء يقاومه ويعارضه ولتلاحظ ايضا انك اذا رأيت نافورة ماء وجدت سرعة الماء قوية عند خروجه من الثقب ثم تتناقص شيأ فشيأ كلما ارتفع السائل حتى تضعف بالكلية عند آخر درجة ارتفاع الماء التي منها ينزل الماء الى أسفل آخذا في السرعة التدريجية التي كانت له

وقت الصعود

والمياه التي تغوص في الارض تميل الى الصعود منها بحيث تساوي سطح محلها الذي نزلت منه وهذا هو اصل المنابع والعيون ونحو ذلك

واذا سال الماء من اناء بواسطة ثقب فالكمية التي تسيل من الماء في زمن معلوم تكون مناسبة لسرعة السائل وسطح الثقب ومع ذلك فالمقاومة التي تحصل للسائل من جوانب الثقب تختلف كبرا وصغرا باختلاف سطوحه فتكون مزدوجة بالنسبة الى ثقب ذي أربعة سطوح ومثلثة بالنسبة لذي تسعة وهكذا وكلما صغرت المنافذ كبرت المقاومة وبالعكس

وهنا لمسبب آخر تنقص به كمية الماء الخارج من الثقوب وهو مايسمى في اصطلاحهم بانعقاد السائل وذلك أن عمود السائل العمودي على مستوى الثقب ليس هو الذي يميل بمفرده الى الخروج من هذا الثقب بل كذلك جميع الجزيآت السائلة المحيطة بهذا العمود قريبا من الثقب اذا كانت مضغوطة الى جهة ذلك العمود فانها ايضا تميل الى الخروج من الثقب المذكور ويتولد من ذلك ضغط جانبي يميل الى ضم العمود اي السائل عند خروجه من الثقب وكلما دقت جوانب الثقب عظم الانعقاد ويتناقص بتعليق انبوبة في الثقب وتطويلها بالتدريج الى حد معلوم اذ بتجاوز هذا الحد تضعف سرعة السائل باحتكاكه في الجوانب الباطنية من الانبوبة بل ربما انعدمت السرعة بالكلية اذا كانت الانبوبة أفقية ومفرطة في الطول .

فعلى ذلك اذا أردت أن توصل المياه الى محل بواسطة أنابيب طويلة جدا لزم أن تجعل لهذه الانابيب انحدارا كافيا بحيث يكون ثقل الماء دائما مبطلا للتأخر الذي ينشأ عن احتكاكه في جوانب الانبوبة

ثم ان الثقب ليس على صورة واحدة بل قد تكون الثقوب متحدة السطوح وفيها ثقب صورته مخالفة لصورة البقية فهذا الثقب يخرج منه في زمن معلوم كمية قليلة من الماء وكذلك اذا كانت على اشكال متحدة الاضلاع فما كان منها منتظما تخرج منه كمية كبيرة من الماء ومن الاشكال الكثيرة

الاضلاع المنتظمة ما كان من المنافذ على شكل الدائرة فهو من بينها يخرج من السائل كمية وافرة حتى ان الانابيب المستديرة تكون مقاومتها لحركة السائل الجارى فى باطنها قليلة

ثم ان السرعة التى بها يسيل الماء من الثقب سواء كان بواسطة انبوبة اولا تستمر اذا كان الحوض المنصرف منه الماء على ارتفاع واحد دائما واما اذا نقص ارتفاع السائل فى الحوض كما سبق فان سرعة السائل وكذلك كمية الماء الجارى فى زمن معلوم تنقص مثل جزر تربيع ارتفاع الماء فوق الثقب فحينئذ اذا نقص ارتفاع الماء فى نسبة ١ الى ٤ نقصت سرعة الماء فى نسبة ١ الى ٢ واذا نقص ارتفاع عمود الماء فى نسبة ١ الى ٩ نقصت سرعة الماء الجارى فى نسبة ١ الى ٣ وهكذا وهناك عدة تجارب عرفنا بها فى الاحوال الاصلية تناقص القوى الناشئ عن اختلاف اشكال المنافذ سواء كانت بأنابيب اولا بالنسبة للمياه التى يكون ارتفاعها واحدا سواء كانت جارية اوراكدة فمن أراد الوقوف على ذلك فعليه برسالة بوسوت العظيمة التى تكلم فيها على الادرود يناميك (اى معرفة قوة حركة المياه) ومعرفة هذه التجارب لابد منها فى تنظيم مجارى المياه وتوزيعها بطريقة جارية على مقتضى العلم بواسطة القنا والانابيب الموصلة وبواسطة السواقى والخلجان اللازمة لاحتياجات المدن والبرارى وللزراعة والصناعة

(الدرس الثامن)

(فى الكلام على القوة المحركة المتحصلة من مياه فرانسا الطبيعية)

اذا عرفت مجموع القوى المحركة المتحصلة من مياه فرانسا الطبيعية بالنسبة لمدخليتها فى الصناعة الاهلية رأيت لهذه القوى منفعة عظيمة بالنسبة للميكانيكا

وسطح فرانسا هو عبارة عن ٥٢٠٠٠٠٠٠ اكتارا اى ٥٢٠٠٠٠٠٠٠٠٠ من الامتار المربعة وفى كل سنة تنزل على أرضها فى الحال المتشابهة كمية

من الامطار مناسبة لسطح الارض الافقي فلو أمكن معرفة كمية المطر
التي تقع على كل متر مربع مع الضبط لكان مجموع هذه الكميات المائية
دالا على جملة مياه أمطار فرانسا ولكن معرفة ذلك متوقفة على كثير
من التجارب فاذن يلزم الاقتصار في هذا المعنى على بعض الملحوظات
كأن نضع في محل قارانا مفتوحا من أعلاه وفي أسفله قمع متصل بحوض
مسدود سدا محكما بواسطة حنفية لمنع تصاعد المياه وتكون فتحة الاناء عبارة
عن سطح مضبوط القياس بحيث يساوي مترا مربعا فحينئذ يتحصل من كمية
الماء التي تقيسها بالتوالي على حسب الامطار كمية مجموع المياه المطرية الواقعة
على كل متر من الامتار المسطحة

وقد رأى علماء الهيئة الذين تكلموا على أطوال مملكة فرانسا انه يجب عليهم
بمقتضى الملحوظات العديدة التي أبداها علماء الطبيعة في هذا المعنى تقويم
كمية المياه التي تقع في كل سنة على المتر الواحد من أرضها بسبعة اعشار متر
مكعب فبناء على ذلك اذا أخذنا $\frac{٧}{١٠}$ ٥٢٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ من الامتار
المربعة التي هي عبارة عن سطح هذه الارض تحصل معنا ٣٦٤٠٠٠٠٠٠٠٠٠
من الامتار المكعبة بالنسبة الى كمية المطر الذي يقع في السنة المتوسطة على
أرض فرانسا

وجميع المياه التي تقع على الارض تنقسم أربعة أقسام الاول يغوص
في الارض ومنه تتكون المستنقعات التي تستمد منها منابع العيون والانهار
وهذا القسم أتم نفعا للصناعة من غيره والثاني يسيل على الارض بلا واسطة
ومنه تتكون السيول والمجاري وغيرهما ومنه ايضا يحصل الغرق والزيادات
الفجائية وربما أمكن تقليل مضاره في بعض الاحوال بل ربما أمكن جعله
نافعا للصناعة في بعض أحوال أخرى

والثالث تستهلكه النباتات وتتشربه وأرباب الصناعة يبحثون عن زيادته
والرابع يتصاعد بخارا وأرباب الصناعة يبحثون عن تنقيصه
ويتعسر الوقوف على وجه صحيح لانقسام المياه الى هذه الاقسام الاربعة

ومع ذلك فالذى أراه بمقتضى حسابات حررتها انه لايمكن بالنسبة لفرانسا
أن تقوم بأقل من الثلث كمية المياه المطرية التى لم تتشربها النباتات ولم تتصاعد
بخارا وتذهب الى البحر ولنفرض أن المياه المطرية التى تذهب فى البحر
ليست الا ١٢٠٠٠٠٠٠٠٠٠ من الامتار المكعبة وأن هذه المياه النازلة
من المحال المرتفعة من الارض واما المحال التى تكون أرفع من ذلك بسبب
مافيها من الاجات فلا مانع من اعتبارها كالمحال التى تكون مياهها المتحصلة
اكثر من هذا المقدار ومع ذلك فنقول ان كمية المياه المطرية تكون واحدة
فى جميع المحال اذا كانت تلك المحال فى حوض واحد

ولاجل معرفة كمية القوة المحركة المتحصلة من ١٢٠٠٠٠٠٠٠٠٠ من
الامتار المكعبة نضرب كل متر من مكعب الماء فى ارتفاع المحل الذى يسيل منه
الماء فى المجارى او الخلجان التى تنتفع بها الصناعة

ولو أخذت مستوى فرانسا أخذا كاملا بواسطة منحنيات أفقية متقاربة
من بعضها بقدر الكفاية لكفى ضرب سطح الارض الافقى المنحصر بين هذه
المنحنيات المتنوعة فى الارتفاع المتوسط المنحصر بين النقطة العليا والنقطة
السفلى من كل خط من مقياس التسوية واذا قسمنا مجموع هذه الحواصل
على السطح الكلى تحصل معنا ارتفاع الارض المتوسط وبضرب هذا
الارتفاع فى جملة المياه المطرية تحصل كمية القوة المحركة المتحصلة من المياه
مع عدم الالتفات الى المسافة الرأسية التى تقطعها كل نقطة من الماء قبل
اجتماعها بالنقط الاخرى التى بانضمامها لبعضها تحدث المجارى والقنا
النافعة للصناعة

وأعلى جبل فى فرانسا يرتفع فوق سطح البحر المحيط ٣٤١٠ امتار فاذن
لو أخذنا لارتفاع الارض المتوسط نصف هذا الارتفاع لكان فى ذلك مجاوزة
للحدود المناسبة بخلاف ما اذا بحثنا عن ارتفاع نقطة التقسيم العليا من
خلجان فرانسا المارة بين سلاسل الجبال فى داخل البلاد فانا بذلك نقف على
مقدار قريب من الحقيقة واما نقطة تقسيم خليج برغونيا التى هى أعلى من

جميع نقط تقسيم خلجان فرانسا فانها على ٣٢٠،٢٦٤٢٦م فوق سطح البحر المحيط والظاهر أن الاوفق فى ذلك أن نأخذ لارتفاع الارض المتوسط مقدارا قليلا فانه اولى من الكثير وذلك بأن نأخذ ١٠٠ متر فقط أعنى أقل من ربع ٣٢٠،٢٦٤٢٦م

ويقتضى هذه الفروض لولم يستهلك جزء من هذه المياه بالتصاعد أو تشرب النباتات لاستدل على كميات القوى المحركة التى تحدثها هذه المياه بالنسبة للصناعة فى فرانسا بحاصل ضرب ٣٦٤٠٠٠٠٠٠٠٠ فى مائة وينتج من ذلك قوة كلية قدرها ٣٦٤٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ من الامتار المكعبة واقعة من ارتفاع متر واحد واما اذا حسبنا قوة المياه النازلة فى البحر فقط فاننا نفرض أن مقدار ١٢٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ من الامتار المكعبة النازلة من ارتفاع متر واحد هو عين قوة هذه المياه

واذا أردت الآن أن تعرف ماهى القوة البشرية التى تعادلها قوى الماء التى بيناها فاعلم أن الانسان اذا كان قويا صحيح الجسم يرفع فى اليوم الواحد من الماء مايساوى ٥٠ مترا مكعبا الى ارتفاع متر واحد وهذه النتيجة مطابقة لتجارب المهندس كولمب التى صنعها فى القوى البشرية فاذا فرضنا أن الانسان الذى لايستريح الا فى ايام البطالة المعتادة يشتغل ثلثمائة يوم وانه لايمرض فى كل سنة الاستة ايام أو سبعة وجدنا الشغل السنوى لهذا الرجل القوى المأخوذ وحدة لقياس القوة البشرية يساوى ١٥٠٠٠ متر مكعب مرفوعة الى متر واحد واذا قسمنا ١٢٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠ من الامتار المكعبة على ١٥٠٠٠ وجدنا خارج القسمة ٨٠٠٠٠٠٠٠ فاذن أقل ماتساويه قوة مياه فرانسا المطرية هو قوة ٨٠٠٠٠٠٠٠ من الرجال الاقوياء الذين يشتغلون من السنة ثلثمائة يوم وبعبارة أخرى ان هؤلاء الرجال البالغ عددهم ٨٠٠٠٠٠٠٠ المستعملين فى رفع المياه يوصلون الى ارتفاع منبعها كمية قليلة من الماء الذى يفرض ان ارض

فرانسا تصبه فى البحر
وانما ذكرت هذه الصورة لأبين بها ما لفرانسا من الخيرات العظيمة فى مجارى مياهها الطبيعية ولو نظرت مع ذلك الى قلة المياه المستعملة فى الصناعة الفرنساوية لتعجبت من هذا الامر واستغربته فقد رأينا فى كتاب موسيو القونتة شبتال الذى ألفه فى خصوص الصناعة أن عدد طواحين فرانسا ٧٦٠٠٠ منها ١٠٠٠٠ هوائية و ٦٦٠٠٠ مائية وشغل هذه الطواحين مما تسهل معرفته
وذلك أن وزن الحبوب المعدة للطحن على اختلاف أنواعها يبلغ عدده فى السنة الواحدة ستة مليارات من الكيلوغرامات ولا يخفى أن القوة اللازمة لطحن ١٠٠٠ كيلوغرام تساوى الشغل اليومى لستة وخمسين رجلا فتضرب ٦ ملايين فى ٥٦ يحصل معك مقدار القوة الكلية اللازمة لطحن حبوب فرانسا وهو ٣٣٦٠٠٠٠٠٠ من الاشغال اليومية مقسومة على ايام الشغل التى قدرها ٣٠٠ يوم وذلك يستلزم ١١٢٠٠٠٠ من الشغالة فاذا فرضنا أن طواحين الهواء فى مملكة فرانسا تحدث شغل ١٢٠٠٠٠ رجلا فقط فان شغل ١٠٠٠٠٠٠ من الرجال وهو الباقى يساوى شغل طواحين الماء بتلك المملكة فاذن لا تكون القوة الادروليكية المستعملة فى طحن جميع الحبوب بفرانسا الا ٨٠٠ جزء من قوة المياه النازلة الى البحر المستعملة فى الصناعة
ومما يستدل به على عدم استكمال طواحين الماء فى بلاد فرانسا أن ما يستدعى فيها من الاشغال قوة مليونين من الرجال لا يستدعى اذا كانت الآلة الادروليكية جيدة محكمة الا قوة مليون واحد ولكن اذا تضاعف شغل الطواحين فى هذه الصورة بحيث صارت تحدث من القوة ما يساوى قوة مليون واحد من الرجال فى أنواع فروع الصناعة فانها مع ذلك لا تستعمل الا ٤٠٠ جزء من القوة المحركة المكتسبة من نزول مياه المطر على ارض فرانسا

وان سأل سائل عن قوة الآلات الادروليكية المستعملة فى الاكوار المعدة لتطريق الحديد والكوانين والمعامل على اختلاف أنواعها فلك أن تقول ان هذه القوة لاتساوى قوة الطواحين وحينئذ فلا مانع من أن تقول انه لايوجد فى الصناعة الفرنساوية بالنظر الى حالتها الراهنة من الماء المستهلك فى أشغال الفنون كمية تساوى ٢٠٠ جزء من القوة المحركة المكتسبة من نزول المياه المطرية

واذا اقتصرنا على المياه المستعملة الآن ولم نأخذ شيأ من المياه الغير المستعملة أمكن أن نقسم نتيجة المياه المستعملة ولو الى ثلاثة أقسام فقط ونعطى منها للصناعة قوة محركة تعادل الشغل السنوى الذى يشتغله مليون من الرجال الاقوياء الذين يشتغلون فى السنة ثلثمائة يوم

واذا نظرنا الى عظم القوة المحركة المكتسبة من المياه المطرية عند انصبابها الى البحر من الاماكن العالية كما سبق رأينا انه يسوغ لنا بواسطة هذه القوة أن نحدث عدة مصانع ومعامل على عدة أماكن من الارض واما استكمال هذه العمارات ومايتحصل عنها من الخير والثروة فهو متوقف على حسن التدبير الذى تعرف به كيفية استخراج المنافع من جريان المياه واستعمالها استعمال القوة المحركة بواسطة الطارات الادروليكية اوغيرها من الآلات الميكانيكية

ومن الصواب أن يجدد فى جميع جهات فرانسا مدارس عملية لخصوص هذا الغرض

واستحسن أن يكون ذلك فى تولوزة اوفى بوردو لان هاتين المدينتين يظهر لى انهما فى موقع عظيم لاسيما وهما فى مركز مصب المياه النازلة من الجبال الشامخة كجبال البرنات وسويشة وكانتال واورنيه فينبغى فيهما مدرسة عملية يتعلم فيها النجارون والحدادون وغيرهم من صناعية المعادن الذين بلغوا درجة الاستاوات الماهرين فى صناعة الطارات الادروليكية والطواحين على اختلاف أنواعها و يتعلمون فيها ايضا مبادى

الهندسة والميكانيكا المستعملة فى الفنون كما هو جار الآن
فى مدرستنا النورمالية (اى التى يتخرج فيها الخوجات) ويطبقون ذلك
تطبيقا جيدا على قوة المياه ويجلب الى هذه المدرسة جميع الشغالة الماهرين
المعدّين لعمل طواحين جنوب فرانسا واحدا بعد واحد ومما يستحسن ايضا
بناء مثل هذه المدرسة فى مدينة غرونوبل وبالنسه وليون فانه ان
بنيت هنالك مدرسة كانت مركز الشغالة الاودية التى تكثر بها المياه الجارية
النازلة من جبال ألبه العليا والسفلى ومن جبال مصب سويسة
الشرقى ومن جبال اوورنيه ومن مصب جبال ووزغ وبورا الجنوبى
وكذلك يلزم بناء مدرسة من هذا القبيل فى حوض لوار وكذلك
مدرسة رابعة فى الشمال وخامسة فى سفح جبال ووزغ وبورا وهذه
المدارس يمكن انشاؤها مع توفير كثير بل يمكن تجديدها بالزيادة فى مصانع
الآلات الادروليكية المؤسسة فى تلك المحال المذكورة ولنقتصر
على ما أوردناه فى هذا المعنى فانه لايخلو عن الفائدة بل يصير فيما بعد منشأ
زيادة الايرادات والمحصولات لاصحاب الطواحين وغيرهم من أرباب
الصناعة الفرنساوية ويكون ايضا طريقا لازدياد القوى المحركة
المستعملة فى الصناعة

وقبل أن نتكلم على الفوائد التى يمكن تحصيلها من حسن تركيب
الآلات الادروليكية ينبغى أن نتكلم على الوسائط التى بها يمكن توفير جملة المياه
التى تستخرج منها القوة لعظمة فنقول انه لايخطر بالبال تنقيص كمية المياه
المستعملة فى سقى النباتات بل الاوفق والانفع زيادة هذه الكمية ويظهر
أن ذلك يمكن الحصول مع غاية التوفير الذى به يعظم الانتفاع بالمياه بالقرب
من منبعها ويكثر نقصان التصاعد ومما ينقص التصاعد ايضا الاشجار
المغروسة على جانب مجارى المياه بحيث تمنع عنها الهواء والشمس وقد نبهت
الحكومة الفرنساوية على عدم غرس الاشجار على جوانب الطرق الكبيرة
لانها عادة تولد فيها رطوبة تضر بالصحة ورخصت فى غرسها على شواطئ

الانهار والترع لتقيها من ضرر المياه الجارية وتقلل تصاعدها ومثل هذا الاحتراس لابد منه خصوصا بالنظر للمجارى والترع المعدة للسقى التى ماؤها المنقول هو عين الخير المراد تحصيله بل الاوفق تغطية تلك المجارى والترع واما المياه الجارية على سطح الارض بلا واسطة فيلزم أن يجعل لها عدة مسالك صغيرة ذات انحدارات لطيفة حتى لا تجلب معها كمية كبيرة من الرمل والتراب كما تفعله السيول وهذه المسالك تستعمل اولا فى السقى كالمجارى الصغيرة ثم تجتمع مياهها فى محل واحد بحيث يحدث عنها فيه نتائج ميكانيكية كثيرة الفوائد

ويلزم أن يكون لكل جماعة من سكان البرية مجرى من هذه المجارى لتستعملها فى أشغالها الصغيرة الاهلية والزراعية * وفى جبال تيرول مجار مائية مثل المجارى المذكورة تستعمل احيانا فى تحريك مهود الاطفال وهزها فتكون نائبة مناب الحاضنة وتارة فى خض اللبن لاجل تزبيده وتدوير احجار السن المعدة لسن الآلات وغير ذلك

وليست فائدة هذه الطريقة مقصورة على انتفاع اهل الارياف منها بقوة محركة عظيمة بل يتعود بها ايضا رجالهم ونساؤهم على الاستعانة بالقوى الطبيعية وتزيد بها نباهة الشبان وفطانتهم وتجعل الحركات الميكانيكية من حظوظهم المعتادة ولا يتوقف تعلم الاطفال لهذه الحركات على تعليمات كبيرة بل يكفى فى ذلك بعض قواعد فما منا أحد نشأ فى بلاد الارياف الا وعمل فى الخلاء ايام صغره طواحين صغيرة وجعل لها قضيبا من خشب هو كناية عن محور العجلة وقطعتين من الخشب متقاطعتين تقاطع الصليب داخلتين فى فتحتين مصنوعتين على شكل زاوية قائمة فى وسط المحور ليتكون عن ذلك طارة ذات أربعة أجنحة وتعمل الاطفال ايضا على شاطئ البحر سفنا صغيرة ويعملون لها صوارى ورواجع وشراعات ويتركونها تعوم على سطح المياه واذا نظروها تعوم بقوة الرياح داخلهم من الحظ والفرح ما لا مزيد عليه

وقد كان مثل هذه التجارب منشأ لاتساع قرائح عدة من مشاهير الصنائعية

وتتزايد هذه التجارب عند اولاد الارياف بما يرونه من الآلات البسيطة المتنوعة ولنرجع الآن الى الكلام على الفائدة المراد تحصيلها من المياه فنقول

ان المنابع من حيث هي كثيرة كانت أو قليلة تنفع فى كثير من الاشغال من اول وهلة

فيلزم أن تكون المجارى مستطيلة بواسطة الانعطافات التى تؤخر سرعة جريان المياه كما تقدم وتنقص مضارها وذلك بأن تغرس الاشجار على جوانب مجارى المياه أيا ما كانت وبمقتضى طريقة تسليك المياه ينبغى أن يجتنب بقدر الامكان هبوط الماء ثم صعوده فى سقى البساتين والرياض فاذا تعذر ايصال الماء على الاستقامة بل كان لابد من صعوده الى أعلى لزم أن يكون ذلك بواسطة الآلة البسيطة العظيمة المعروفة بالجدى الادرولكى فانها بالماء القليل يتولد منها على تداول الايام نتائج عظيمة كما سيأتى

واما الماء الغائر فى باطن الارض غورا عميقا فيمكن اخراجه على سطح الارض فى كثير من الاماكن بحفر الآبار التى شرع الآن فى عملها فى كثير من جهات فرانسا المختلفة

واما المجارى العديدة التى يراد عملها على جوانب الجبال والتلال فانها توصل بواسطة انحدار لطيف مقدارا كافيا من الماء الى الارتفاع الذى يمكن فيه تشغيل الطواحين والمعامل على اختلاف أنواعها ومن مبدأ هذا الارتفاع الى البحر يلزم تقسيم مجارى المياه بجعلها تنصب انصبابات الى ارتفاعات بحيث يكون انصباب الماء منها كافيا فى احداث القوى اللازمة للصناعة وذلك بأن تجعل الانحدارات لطيفة مهما أمكن فيما بين هذه الارتفاعات حتى تتناقص قوة الماء المنصب بقدر الحاجة ولامانع انه بتوضيح هذه الطريقة وبيانها تعرفها الامة بتمامها وتعمل بموجبها وماذكرناه هو وسايط توفير المياه ولنتبع ذلك بالكلام على

سرعتها

سرعتها ونتائجها النافعة فنقول

ان سرعة المياه الجارية تتعلق اولا بانحدار مجراها سواء كان هذا الانحدار كبيرا أوصغيرا وثانيا بسطح هذا المجرى وعمقه فاذا عملنا قطعا عموديا على اتجاه الماء وأخذنا صورة المجرى المنتهية بخط أفقى دال على سطح الماء نتج معنا مايسمى بقطع الماء الجارى

وليست سرعة طبقات الماء المندفق فى هذا القطع واحدة بل ماالاصق منها المجرى تقل سرعته بسبب احتكاكه مع هذا المجرى ولما كان للطبقة الاولى من الماء بعض التصاق بالطبقة التى تليها وهكذا كانت كل واحدة تنقص سرعة الطبقة التى بعدها فالاولى تنقص سرعة الثانية والثانية تنقص سرعة الثالثة وهكذا فان قال قائل اى طبقة من طبقات الماء تكون سرعتها اكبر من غيرها قلنا هى الطبقة التى يكون وضعها متوسطا بين قاع السائل وسطحه واما الطبقات التى على السطح الاعلى فحركتها دون حركة الطبقات السفلى القريبة من القاع

وينشأ عما ذكرناه امر شهير وهو ان المراكب والاجسام السابحة التابعة لسير الماء متى انغمس منها بعض عمقها أخذت فى سيرها سرعة متوسطة بين طبقات الماء الحالة محلها وكانت حركتها أشد من حركة الطبقات التى على سطح السائل

وقد عملت عدة تجارب لتحديد النسبة بين السرعة الكبرى على السطح وسرعة التيار المتوسطة

والسرعة المتوسطة هى السرعة التى اذا ضربت فى سطح المقطع دلت على كمية الماء الجارى من هذا المقطع فى وقت معلوم وان اختلفت فروع هذا الماء فى السرعة

وقد عرف المهندسون النسب الحسابية الموجودة بين انحدار المياه الجارية وبين سطح المقطع ومحيطه وبين السرعة المتوسطة لهذه المياه

وقد اشتغل مسيو پرونى بهذا المبحث واستخرج منه نتائج سهلة تكفى

فى جميع ماتحتاجه الصناعة فى سائر الاحوال

والنرمز بحرف ر الى سطح المقطع المنقسم على طول المحيط من هذا المقطع الدال على مجرى النهر و بحرف ـــ الى نسبة الارتفاع الى طول السطح المنحنى الدال على انحدار السائل الطولى وبحرف ق الى سرعة الماء الجارى المتوسطة فيكون بين هذه الكميات النسب الآتية وهى

ر ـــ = ق ـــ ٠٠٠٠٠٢٤٢٦٥ + ٢ ق ٠٠٠٠٣٦٥٥٤٣

فاذا عرفت بهذه المعادلة ر و ـــ تحصل معك فى الحال ق وكذلك اذا عرفت ـــ و ق عرفت ر واذا عرفت ر و ق عرفت ـــ

وقد عمل مسيو برونى فى هذا المعنى جداول كاملة بموجب حساباته وحسابات مسيو أتلوان الموافقة لمباحثه الاولية وهذه الجداول تغنى من أراد معرفة مقدار المياه الجارية عن كثير من الحسابات فلذا لم نعوّل فى الاحالة الاعليها وهى موجودة فى كتاب ألف (سنة ١٨٢٥) من الميلاد وطبع فى المطبعة الملوكية وسمى بمجموع الجداول الخمسة والغرض منه هو اوّلا سهولة واختصار حسابات الصيغ المتعلقة بحركة المياه الجارية فى المجارى المكشوفة و الانابيب الموصلة وثانيا بيان نتائج ١٦٧ تجربة لترتيب هذه الصيغ

وليكن الآن ¼ د هو نسبة مساحة المقطع الى طول المحيط و ج هو ثقل الماء الموجود فى الطرف الاسفل من الانبوبة التى يجرى فيها الماء ليعادل الضغط اللازم لسرعة الماء الجارى المرموز اليها بحرف ع فينتج معناهذه المعادلة وهى

¼ د ج = ع ٠٠٠٠٠١٧٣٣١٤ + ٠٠٠٠٣٤٨٢٥٩٤٢

وهاتان الصيغتان المتشابهتان احداهما للمجارى المكشوفة والاخرى للانابيب الموصلة ومن العجيب أن نتيجة هاتين الصيغتين واحدة وقد استكشف مسيو برونى مع غاية التوضيح هذه النتيجة المناسبة للعملية

والكافية في جميع الاحوال وذكر أن السرعة المتوسطة هي تقريبا ٤/٥ السرعة التي على السطح المأخوذ في اتجاه الماء السريع الجريان * ومن النصيحة أن يقبل اهل الصناعة هذا التحديد في العبارات التي يأخذونها من مجاري المياه المستعملة عندهم لتأدية القوة المحركة

ولاجل تقويم جريان الماء المعد للصناعة مع الضبط الكافي يلزم أن تعرف اولا شكل المجرى معرفة صحيحة في اتجاه عمودي على التيار يكون وضعه معلوما وذلك بواسطة المجسات ثم تقيس سرعة التيار في محل السطح الذي يكون فيه جريان الماء اكثر سرعة من غيره

وقد جرت العادة في معرفة ذلك انهم يطرحون في الماء جسما عواما يتركونه يسبح مع التيار ثم يقيسون المسافة التي يقطعها هذا الجسم في زمن معلوم ويقف اثنان كل واحد منهما في نهاية المسافة المعلومة التي قطعها ذلك الجسم ويوضع أمام كل واحد وتد ان تكون اتجاهاتهما العمودية على الخط الذي يقطعه التيار متوازية وبعد التجهيز بهذه المثابة يترك الجسم العوام حتى يتجاوز يسيرا الراصد الاول وعند ما يحاذي هذا الجسم اتجاه الوتدين يضرب الراصد المذكور طبنجة او يشير باشارة أخرى حتى يعلم الراصد الثاني فعند ذلك يحسب كل منهما في زمن واحد حركات الساعة الدقاقة او الثواني التي قطعها العقرب مدة قطع هذا الجسم المسافة الموجودة بين الراصدين وبمجرد ما يحاذي الجسم اتجاه وتدي الراصد الثاني يشير هذا الراصد ايضا باشارة كالاول ويحسب كل منهما الزمن الذي قطع فيه الجسم المسافة الموجودة بين العلامتين وتكرر هذه العملية مرارا حتى تحصل النتيجة المتوسطة من مجموع النتائج

ويغمس الجسم المذكور بتمامه في الماء حتى يكون اضطرابه بالريح قليلا

وقد يستعمل عوضا عن الاجسام العوامة في قياس سرعة التيار طارة صغيرة على جوانبها ١٦ أو ١٨ ريشة ويكون قطر محورها صغيرا ومحورها مصقولا صقلا جيدا ويدور هذا المحور على الملفات بحيث يضعف تأثير الاحتكاك فاذا ضربنا عدد دورات الطارة المطروحة في التيار في المحيط الذي

يقطعه مركز ثقل الجزء المنغمس من الطارة فى السائل تحصل معنا بقطع النظر عن المقاومة مقدار المسافة التى يقطعها الماء الجارى على السطح مدة التجربة

ومقاومة الهواء وان كانت تمنع حركة الطارة وتنقص سرعتها الا أن سرعة السائل الحقيقية تفوق بالضرورة السرعة المعلومة بالتجربة فحينئذ لاضرر فى أن نقوم القوة التى يمكن التصرف فيها تقويما واهيا

وقد وصف مسيو بيتون فى رسالات اكدمة العلوم التى طبعت ونشرت (سنة ١٧٣٢ من الميلاد الانبوبة التى استعملها فى قياس سرعة نهر السين تحت القنطرة الملوكية فذكر انها انبوبة بسيطة من زجاج قاسها بمسطرة مثلثة وغمسها غمسا عموديا فى السائل وغمس فرعها الصغير غمسا أفقيا وجعل الماء يدخل فيها من هذا الفرع ثم يصعد من الفرع الكبير الى ارتفاع يكون عظمه بقدر سرعة السائل

وتعرف حينئذ سرعة السائل على حسب هذا الارتفاع بواسطة مدرج مرسوم على تلك الانبوبة اوعلى لوح من خشب ملصوق عليها فاذا غمست هذه الانبوبة فى السائل حتى وصلت الى العمق المطلوب كبيرا كان أو صغيرا عرفت سرعة السائل بموجب الاعماق الموافقة لوضع الفرع الصغير الافقى من هذه الانبوبة ولهذه الطريقة جهاز مخصوص بحيث يمنع اهتزاز موضع الانبوبة وانتقاله عن محله الاصلى مدة التجربة

وقد ذكرنا فى الدرس الخامس وصف الآلة التى اخترعها مسيو رنيه المسماة بالدينامومتر وهى آلة تستعمل فى قياس قوة التيار الدافعة على سطح معلوم وكيفية القياس بها انا نأخذ قطعة خشب محورة على شكل المكعب ونجعل لها من الثقل مقدار ثقل الماء بأن نجعل فيها عدة مسامير ثم نعلق هذا المكعب بواسطة وترمثبت فى مشبك الدينامومتر ونغمسه بعد ذلك فى السائل فيحصل من هذا المكعب المجذوب بالسائل تاثير على الآلة بأن يشد الياى كثيرا أوقليلا على حسب قوة التيار فما تنتهى اليه

حركة الديناموميتر من الدرج المرسوم على المدرج يعرف به عدد الكيلوغرامات لقوة السائل على السطح الداخلي من المكعب

ولنتكلم على المجاري والقنوات فنقول اذا أراد احد الصنائعية أن ينتفع من جريان الماء بأن يجعله مثلا قوة محركة لزمه أن يوصل الماء الى المحل المقصود من قناة او مجرى طويلة كثيرا أو قليلا على حسب مطلوبه ومثل هذا العمل معدود من الاشغال النفيسة التي لابد لمن شرع فيها من التفطن ودقة الملاحظة وعمل حسابات مضبوطة حتى لا يخطئ في العمل ويصرف مصاريف بدون فائدة بل بذلك تظهر له النتيجة النافعة التي يؤمل حصولها من هذا العمل

وقد ذكر مسيو متنون في جرنال مدرسة المعادن عدة تفاصيل نفيسة تتعلق بهذه الاشياء المتنوعة ملخصها أنه يلزم لمن أراد عظيم الانتفاع من جريان الماء أن يعمل اربع عمليات مختلفة * الاولى معرفة المجرى او النهر الذي يريد تحويله كله او بعضه ومعرفة مقدار الماء المعتاد النازل من هذا المجرى او النهر لاسيما في فصل الصيف ومعرفة البلد او المحال التي يمر منها هذا المجرى وكذلك المجاري الصغيرة التي يمر بها المجرى المذكور ومسافتها الاصلية وبعدها من المبدأ الى النهاية * الثانية معرفة مقدار الماء اللازم للآلات المراد عملها * الثالثة قياس الارض من محل تحويل الماء الى التيار * الرابعة البحث بقدر الامكان عن ارتفاع كاف ينحدر منه الماء

وذلك لان معرفة انحدار المجرى من اهم الامور اذ كلما قل الانحدار طالت المدة التي يستغرقها الماء في قطع المسافة المفروضة وكان هناك فسحة من الزمن في تصفيته وفي تصعيده وتحويله الى بخار وكلما عظم اشتدت حركة الماء وبذلك يظهر على جميع ما يصادفه من الموانع فلذا تراه يحفر حافتي المجرى ويجعل في قاعه حفرا كبيرة او صغيرة على حسب طبيعة الارض من صلابة وغيرها وفي هذه الحالة يلزم في أغلب الاحيان اصلاح المجرى وايقاف المياه وتعطيل نفعها حتى يتم الاصلاح

ويوجد بين الطرفين حد وسط كثير النفع يتعلق بطبيعة الاراضى التى يشقها المجرى وبالمياه التى تجرى مع بعضها بجملة واحدة وهذه المادة علما وعملا من وظيفة المهندسين وأرباب الصنايع المتوطنين دون غيرهم بمثل هذه الاشغال ومقتضى ماذكره مسيو متنون أن الماء يقطع فى الدقيقة الواحدة ثمانين مترا اذا كان عرض المجرى الباقى على حالة واحدة مترين وعمقه خمسة دسيمترات وانحداره دسيمترا واحدا على مائتين وخمسين مترا من الطول بمعنى أن انحداره مترواحد على ٢٥٠٠ من الطول

فالقوة الدافعة لمثل هذا المجرى تكفى فى تحصيل النتائج الآتية وهى (اولا) ان هذه القوة توصل بواسطة عجلة قطرها ١١ مترا اثنى عشرة عربة من عربات الطولمبات التى يرتفع مكباس الواحدة منها و ينزل بقدر ١٦ دسيمترا فى كل مرة وقطر المكباس قدره ٣ دسيمترات وفى هذه الحالة تدور العجلة الكبيرة ستة أدوار كاملة فى ظرف دقيقة واحدة * (ثانيا) ان نصف هذا الماء يكفى فى تدوير آلة ذات اثنى عشرة يدا تدور عجلتها التى قطرها ٤٥ دسيمترا ثمانية عشر دورا فى كل دقيقة (ثالثا) ان هذه العجلة تؤدى من الماء مايشغل طولمبتين و يحرك أربعة منافخ بل وا كثر

واما المجرى الذى ليس له من الانحدار الا ١٣ $\frac{1}{2}$ من السنتيمترات على ألف متر من الطول فلا تكون سرعة حركة الماء فيه الا على الثلث من سرعة ماء المجرى الذى انحداره ٤٠ سنتيمترا على ألف متر اذا فرضنا أن عرض المجرين ٦ أمتار غير أن حركة الماء لا تكون منتظمة فى الثانى كانتظامها فى الاول لانها قد تقف من جهة جانبيه واذا نظرنا الى حالتى التصفية والتصعيد فان ماء المجرى الذى انحداره لطيف بحيث يكون مقداره ١٣ $\frac{1}{2}$ من السنتيمترات على ١٠٠٠ متر من الطول ولو بلغ ارتفاعه عند المنبع ٧ دسيمترات على ٢٠٠٠٠ متر فيما عدا المنبع ينتهى بواسطة الخرير و السيلان الغير المحسوس الى الانعدام بالكلية

و بمقتضى ذلك يظهر أنه لا يمكن أن نجعل للمجارى التى ابعادها كما ذكرنا أقل

من

من ٤ دسيمترات من الانحدار على ١٠٠٠ متر من الطول
ولا ينبغى أن نجعل لها أكثر من ٧ دسيمترات من الانحدار على كيلومتر
واحد من الطول لان زيادة الانحدار يترتب عليها نقص الحافتين والعمق
ولا ينبغى أن نتكلم هنا على حفر المجارى وعملها الان ذلك أنسب باشغال القناطر
والجسور دون الهندسة والميكانيكا المستعملة فى الفنون

واذا لم يكن للمجارى انحدار كاف فانه يمكن الانتفاع بها بواسطة زيادة سعتها
اما برفع حوافيها أو بتوسيعها واما اذا كان الانحدار قليلا فالاوفق أن تكون
حركة الماء واحدة فى جميع طول المجرى متى أمكن ذلك واذا كان فى الانحدار
ارتفاع فى بعض المحال فانه يعارض جريان الماء ويجبره على الارتفاع والتراكم
وربما فاض على جوانب المجرى فاذا شغل الماء الراكد من الطول اكثر
من ٨٠ مترا أوما يأتى عليه من الماء فاذن ينبغى أن يكون للمجرى مقطع
يكون فى الكبر على قدر قلة الانحدار

وفى صورة ما اذا كان جريان الماء الذى يراد استعماله غير كاف بحيث لا يعطى
للآلات دائما الحركة اللازمة لها يلزم جمع هذا الماء فى حياض تكون فيها
المياه راكدة وهو ما يسمى بالمستنقعات

وهذه الطريقة كثيرة التكاليف لانها تستدعى ارضا متسعة خصبة واقعة
موقعا عظيما كاعماق الاودية مثلا فلذا تركوا فى اوائل ظهور الآلات
البخارية استعمال قوة الماء المتحركة فى كثير من المواطن اذا كان لا يمكن
تحصيل هذه القوة الا من اجتماع المياه بالطريقة المتقدمة

وفى مثل هذه الحالة ينبغى لارباب الصنايع اولا أن يحسبوا من مبدا الامر
ايراد الارض التى يلزم جعلها مستنقعا * ثانيا مصاريف الردم اللازمة
لعمل مجارى التحويل والحواجز والجسور والسدود اللازمة للمستنقع
وينبغى لهم ايضا أن يحسبوا ايراد هذا المستنقع ونتيجته النافعة ليقابلوا بينها وبين
النتيجة النافعة التى يمكن تحصيلها من قوة الحيوانات او الآلات البخارية
وبذلك يعرفون قبل الشروع فى العمل طريقة الوفر ويستعملونها على الدوام

استعمالا عظيم النفع

ويلزم أن يوضع فى الجسر الذى هو عبارة عن حايط الحوض انبوبة واحدة أو عدّة انابيب من خشب او حديد ليصل بواسطتها الى الآلات مايلزم لتحريكها من المياه ويكون تركيب هذه الانابيب من عدّة قطع متعشقة ببعضها وتكون محرّرة على بعضها مع غاية الدقة والضبط و يهتمّ بسدّ شقوقها وثقوبها بالمشاق ونحوه سدّا محكما و يعتنى ايضا كل الاعتناء بالاحتراسات اللازمة بحيث لا يرشح الماء من اى جهة كانت لئلا يترتب على ذلك تلف الجسر و يوضع فى نهاية المجرى الموصلة بين الحزوز سدّ او حاجز متحرك بحيث يرتفع فيمرّ السائل ومن أراد الوقوف على ذلك فعليه برسالة استخراج المعادن التى ألفها مسيو دليوس وترجمها مسيو اسكريبه فى الجزء الثانى

و يؤخذ من رسالة آلات مسيو هاشيت وصف الجدى الادروليكى على الوجه الآتى وهو ان ماء المنبع عند وصوله الى نقطة ا شكل ١٢ (لوحه ٢) مع السرعة الناشئة عن ارتفاع الانحدار يسيل بانبوبة التوصيل المرموز اليها بحرفى اب وهى المتسعة فى نقطة ا ومائلة على وجه بحيث لا ينقص مقدار انحدارها عن ٢٧ ميليمترا على ٢ متر من الطول ثم يخرج هذا الماء من منفذ ث الذى يمكن سدّه بالسدادة عند الحاجة

و يضم مخزن الهواء المرموز اليه بحرف ف الى انبوبة التوصيل وهى اب بواسطة رباط اسطوانى مثل اشد وفى وسط عمق مخزن ف المذكور يوجد منفذ مستدير محرّر عليه مسند صغير اسطوانى فى طرفه وهو ه سدادة مرموز اليها بحرف ه وهنالك سدادة أخرى وهى ص معدّة لحفظ هواء مخزن ف وحفظ مسافة مد المنحصرة بين رباط اشد ومسند ه الصغير من السدادة وامّا انبوبة الارتفاع التى هى غ ش فبدؤها من نقطة غ فى مخزن ف وانبوبة اب ث التى يمرّ منها ماء المنبع تعرف بجسم الجدى الادروليكى

وانبوبة غ ـــ ى ش التى يرتفع منها الماء الى فوق المنبع تعرف بانبوبة الارتفاع والسدادة الاولى من سدادتى د و هـ اللتان يسدان منفذى ش و ه تعرف بسدادة السيلان اومنع الجريان والثانية تسمى سدادة الارتفاع وهاتان السدادتان عبارة عن كرات مجوفة مثل د و هـ تمسك بواسطة مماسك منها ولا يزيد سمكها على حجم الماء الحالة هى محله اكثر من مرتين وطرف جسم الجدى الادروليكى الحامل للسدادتين ومخزن ف يعرف عندهم باسم راس الجدى

(وفائدة مخزن الهواء المذكور هو استمرار الحركة فى عمود الماء الصاعد وزيادة نتائج الجدى الادروليكى ومع ذلك لا يعد من الاجزاء الاصلية الضرورية اذ كثير من الآلات الادروليكية التى من هذا القبيل لا تتوقف حركتها على مخزن الهواء بل تستمر حركة الماء فى هذا المجرى بدون احتياج الى المخزن المذكور فمن ذلك الطلومبات الجاذبة الضاغطة التى اخترعها مسيو سيسيل ومسيو مارتين فى مدينة مارلى وذلك لانها ترفع الماء من نافورة واحدة مستمرة الى نحو ٥٧ مترا) ولنبين لك النتائج العظيمة المتحصلة من دوران هذه الآلة فنقول ان الماء عند سيلانه من منفذ ش يكتسب سرعة فى حركته من ارتفاع الانحدار فيجبر كرة د على أن تخرج من ممسكها وترتفع الى منفذ ش وهذا المنفذ ينتهى بحلقات من جلد أو قماش مدهون بالقطران تنطبق عليها الكرة انطباقا محكما فعندما ينتهى السيلان فى هذا المنفذ رفع الماء كرة هـ السادة لمنفذ ه من مخزن ف ودخل دفعة واحدة فى هذا المخزن وفى انبوبة الارتفاع التى هى غ ـــ ى ش فعند ذلك تزول عنه السرعة التى كانت معه فى وقت سد منفذ ش فتسقط حينئذ كرتا د و هـ بثقلهما الخاص احداهما على ممسكها والاخرى على منفذ ه ثم يأخذ ماء المنبع فى السيلان من منفذ ش فترجع سدادة د الى السد ولا تزال ثانيا هذه النتائج بعينها تتجدد مادام الجدى على حاله لم يتغير تغيرا بينا

و بمجرد ما ترفع سدادة د عن منفذ ش بسرعة يبتدئ الجدى في الدوران و ينتهى دورانه بمجرد رجوع هذه السدادة الى محلها الاول و ينقسم زمن هذا الدوران الى أربع مدد الاولى يكتسب فيها الماء عند سيلانه من منفذ ش جزأ من السرعة الناشئة عن ارتفاع الانحدار وفيه ايضا تغلق سدادة د والمدة الثانية وهى أقصر من الاولى بكثير يغلق فيها كل من سدادة المنع وسدادة الارتفاع وتضغط فيها الاجسام المرنة سواء كانت من المعادن او كانت هواء والمدة الثالثة تفتح فيها سدادة الارتفاع و يضغط هواء مخزن ف و يرتفع الماء في انبوبة غ ش الصاعدة وتغلق سدادة الارتفاع وكذلك سدادة المنع لا تفتح والمدة الرابعة تحرك فيها ثانيا الاجسام المرنة التى انضغطت في المدة الثانية وتبقى سدادة الارتفاع مغلوقة وتسقط سدادة المنع على ممسكها بعد رفعها عن السيلان وهو ش وما يحصل من النتائج في هذه المدد الثلاثة الاخيرة يتعاقب و يتوالى مع السرعة ولو جعلنا للجدى ابعادا مناسبة عرفنا مع يسير الالتفات مقدار كل مدة من هذه المدد فالمدة الاولى ترتب بالتجربة بمعنى انه كلما زادت مسافة سدادة المنع المعبر عنها بحرف د على منفذ ش وازداد ثقل هذه السدادة كلما اكتسب هذا الماء النازل من منفذ ش سرعة كبيرة بحيث يرفع سدادة د و يطبقها على منفذ ش واما من خصوص كل وضع من اوضاع السدادة على قاعدة ممسكها فتقاس كمية الماء المرتفع في زمن معلوم مأخوذ وحدة للقياس بانبوبة ج ش الصاعدة واذا تغيرت مسافة سدادة د على منفذ ش يمكن لماء جسم الجدى الادروليكى ان يحصل سرعة تعادل النتيجة الكبرى لهذه الالة

المدة الثانية قد رأينا عند وصف الجدى الادروليكى ان مسافة م ن تكون ممتلئة بالهواء وهذا الهواء كناية عن الجسم المرن الذى يضغط في هذه المدة وحيث كانت جميع الاجزاء التى تركبت منها هذه الالة معدنية لزم ان يكون فيها كذلك بعض مرونة ولكن ايا ما كانت هذه المرونة لابد وان نفرضها

منضمة ومتحدة مع قوة هواء م ة المرن ولا نعتبر نتائج هذه المرونة الا في المدة الرابعة

المدة الثالثة قد تكون القوة الحاصلة في المدة الاولى بعد ضغطها الهواء م ة مستعملة في ادخال الماء من منفذ ه في مخزن هواء ف وفي انبوبة الارتفاع التي هي ج ــــ ش فبمجرد ما تؤثر هذه القوة فسدادة هـ تنزل بثقلها الخاص من ممسكها على منفذ ه وسدادة المنع التي هي د تغلق ثانيا منفذ ش

المدة الرابعة اذا انغلق كل من السدادتين فالهواء المنضغط في م ة يتحرك ثانيا ولو كانت مدة هذا الفعل الثاني قصيرة الا ان تأثير النتائج التي يحدثها يكون عظيما بحيث يؤثر في حركة الآلة وهذا الفعل الثاني يجبر الماء على كونه يرجع من رأس الجدي الى منبعه وبذلك يتكون فراغ في آخر جسم الجدي فاذن يضغط الجو سدادة المنع التي هي د ويفتح منفذ سيلان ش وماء المنبع المنحصر في جسم جدي ا ب ش يأخذ عند سيلانه من هذه الفتحة سرعته الاصلية ويستمر الماء على الارتفاع في انبوبة الصعود التي هي ج ــــ ش بواسطة مرونة الهواء المنضغط في مخزن ف المؤثر في ماء هذا المخزن ويجبره على الصعود الى اعلى

وقد تتعطل حركة عامود الماء الصاعد بهواء مخزن ف فاذا لم ندخل في هذا المخزن هواء جديدا في كل دورة من دورات الجدي لابد وأن يخلو سريعا هذا المخزن من الهواء ويجري ض الصغير المغلوق بصمام يستعمل مسلكا للهواء وهذا الصمام يفتح من ظاهر جسم الجدي الى باطنه والخلو الذي يحصل في المدة الرابعة يفتح السدادة فيدخل مقدار من الهواء الجوي في اسطوانة ا ب ش د الصغيرة الموضوعة تحت مخزن ف ومنه ينتشر فيه ويبقى جزء من هذا الهواء في مسافة م ة ويتكون عنه الجسم المرن المسمى بانبساط الهواء وهذا الهواء المنضغط يطرد ثانيا الماء المنحصر في جسم الجدي بجهة المنبع وقد رأينا ان هذا الطرد انما يحصل في المدة الرابعة من الدوران

الكامل ولنفرض ان انبوبة اب شكل ١٢ منقاسة بالذراع وان شكلها يضا هي شكل انبوبة منحنية فعند مانجعل في هذه الانبوبة تيارا مناسبا لارتفاع الماء الذي هو في مخزن (أ) اكبر منه في مخزن ل فان هذا التيار يحرك الجدي كما اذا كان في انبوبة مستقيمة ولاجل امتلاء هذه الانبوبة المنحنية يلزم ان توجد حنفية موضوعة جهة ا وسدادة موضوعة جهة ك يغلقان طرفي الانبوبة وهذه الانبوبة تملأ بالماء من فتحة موضوعة في قمتها ثم تغلق هذه الفتحة بعد ذلك غلقا محكما فاذا فتحنا الحنفية ثانيا من نقطة ا فالتيار يدخل في الانبوبة المنحنية ثانيا ويتحرك الجدي من نفسه

ويمكن استعمال الجدي الادروليكي كذلك في رفع المياه من الآبار والحياض مطلقا غير انه ينبغي معرفة تأثير الطولمبات معرفة جيدة لاجل استعمال التطبيق المسمى باستعمال الجدي الادروليكي الجاذب

(الدرس التاسع في الكلام على الطارات الادروليكية)

ولنتكلم على الطارات الادروليكية فنقول

اعظم الطرق التي تستعمل في توصيل قوة الماء المحركة الى الآلات هي طريقة الطارات الادروليكية ويوجد من هذه الطارات نوعان اصليان احدهما يسمى بالطارات الرأسية ويكون محورها افقيا والآخر يسمى بالطارات الافقية ويكون محورها عاموديا

ورجحية النوع الاول على الثاني كون طاراته لاتحتاج في شغلها المسافة كبيرة وكونها سهلة الملاحظة والتصليح

وينبغي ان نعد من جملة الطارات الافقية القديمة او المستحدثة الطارة ذات القوة البعيدة عن المركز التي يحصل منها عملية ثانية وكذلك الآلة المسماة بالدانيد وكذا الطارات الافقية ذات الطاقات المنحنية ولهذه الطارات الاخيرة فائدة مخصوصة وهي انها تحدث مع سرعة كبيرة على مستو افقي حركة دوران عظيمة كالحركة التي ينبغي عملها في طحن الحبوب الا أن هذه الطارات كثيرة

التكاليف

التكاليف والمصاريف حيث ان عدة منها تستدعى وضعا اقبانيا تسميا فلذا كان استعمالها قليلا جدا بالنسبة لاستعمال الطارات الرأسية المستعملة الآن دون غيرها

ومن الطارات الرأسية مايكون ذات طاقات او أجنحة او ألواح يؤثر فيها الماء بالتلاطم من تحت الطارة وذلك مثل طارات الطواحين الموضوعة على مراكب في شاطئ الانهر ومنها ماتكون ذات قواديس مثل ١ ١ ١ شكل ١ و ٢ و ٣ و ٤ لوحة ٣ وهذه الطارات يدخل فيها الماء المحرك ويسيل من اعلاها ومنها مايسمى بالطارات ذات الجانب مثل شكل ١ و ٢ و ٣ لوحة ٤ وبالجملة فقد يوجد منها طارات ذات قواديس يدخل فيها الماء من جهة واحدة من اسفل المركز وفي الطارات ذات الجانب انما تحصل قوة السائل بواسطة الضغط وهذا اوفق من التصادم الذى يكون في الطارات ذات الطاقات التي يدخل فيها الماء من اسفل ولتلك الطارات مزية عظيمة حيث انه يكفي في تدويرها قليل من الماء

وتنسب العملية العظيمة المستعملة في بيان حركة الطارات الادروليكية الى المعلم الشهير والمهندس الفريد بوردا

وقد اثبت كل من اسماتون وبوسويت احدهما في انكلتره والآخر في فرانسا بتجاريبهما النتائج المستكشفة بالحساب

فقال بوسويت لايلزم ان يكون للطارات التحتية عدد كبير من الاجنحة على قدر الكفاية بشرط ان لاتكون الآلة ثقيلة جدا فيجعلون في العادة للطارات الكبيرة من ٣٦ الى ٤٠ طاقة في الطارات التي يكون قطرها سبعة امتار ويكون تحركها بسائل جارى وان لا يتجاوز القوس المنغمس في الماء من ٢٥ درجة الى ٣٠ وقال ايضا ان هذه الطارات اذا زاد عدد طاقاتها تحدث نتيجة عظيمة وان الطارات التي تنغمس في الانهر يكون عدد اجنحتها عادة قليلا لاجل ان لايغطى بعضها بعضا بحيث ان كلا منها يمكنه ملاطمة الماء ويجعلون عادة في الصناعة للطارات المستعملة في الطواحين

الموضوعة على سطح الانهر من ٨ اجنحة الى ١٠ بل وبعض الاوقات أقل من ذلك ونص على ان هذا العدد قليل جدا فى هذه الطارات والاوفق ان يجعل فيها من ١٢ الى ١٨

ثانيا لكى تحدث الآلة نتيجة عظيمة يلزم ان تكون سرعة الطارة متناسبة مع سرعة التيار كنسبة ٢ الى ٥ وذلك فى شأن الطارات الموضوعة على الانهر وكذا الطارات الموضوعة فى مجرى ضيق

ثالثا الاوفق فى الطارات الموضوعة على خلجان قليلة الانحدار ويسيل فيها الماء بسهولة بعد التلاطم ان توجه الاجنحة نحو المركز

واما اذا كان انحدار المجارى كبيرا بعكس ما تقدم فالاوفق ان تكون الاجنحة مائلة بمقدار متناسب لنصف القطر بحيث ان الماء يطرقها طرقا عاموديا وتزداد قوتها (من ثقل الماء) ومع ذلك يلزم ان يكون هذا الانحدار محدودا فلربما يتجاوزه الحد فيفقد كثير من القوة بنقصان تلاطم الماء اكثر مما يكتسب من ثقل الماء المار على تلك الاجنحة الضاغط لها

واستدل بارسيو بعدة تجاريب تدل على ارجحية الطاقات المنحنية على الطارات ذات الاجنحة المتجهة اتجاها مستقيما فى انصاف اقطارها فاذا لم تكن الطارات ذات الطاقات معرضة الى سائل مطلق كان جزؤها الاسفل داخلا فى مياه مستقيمة الزوايا يسمونها بالمجرى وجميع المجارى الغير المتقنة الصناعة لها مسافات بين جدران الطارة وطاقاتها فيتسبب عن ذلك خسارة عظيمة من الماء ولكن يمكن تدارك هذا الخلل فى الطارات ذات الجانب لوحه ٤ شكل ٢ و ٣ بان نجعل لعمق المجرى شكلا مستديرا تابعا للمحيط الذى تقطعه جوانب الطاقات الظاهرة عند دوران الطارة

وينبغى تنقيص قوة الماء يسيرا وبناء على ذلك يلزم تقصير المجرى على قدر الامكان فبذلك يرى ان الحاجز المماس للطارة فى الطارات الكاملة لوحه ٤ لا يمنع من كونه يستمر فى شغله حال خروجه من الحوض الذى يكون فيه

وها هى الطريقة التى تحسب بها قوة الماء على الطارات الادروليكية وهى

ان نفرض

ان نفرض أن ثقل حرف ح هو المعلق في طرف الوتر الملفوف على عامود الطارة وحرف ر هو نصف قطر هذه الطارة و ح ر هو الزمن الذي تحصل فيه نتيجة هذه الطارة وحرف ف هو قوة الماء الموضوعة على مركز ضغط او دفع الطاقات او القواديس وحرف ر هو مسافة بين مركز الطارة ومركز العمل فينبغي ان ينتج معنا على حسب قواعد حركة الطارات الدائرة المذكورة في المجلد الثاني من هذا الكتاب في الدرس العاشر وحرف ح ر = ف ر بقطع النظر عن احتكاك دوران الطارة

وعلى مقتضى تأثير الماء يحدث معنا اشياء كثيرة يجب علينا حسابها مثلا في الطارات ذات الطاقات التحتيه التي يلاطم فيها الماء الالواح يفقد هذا الماء جزأ من سرعته فلو كانت قوته المفقودة استعملت في محلها لا تجب لنا قوة ف الواصلة الى الطارة

ويظهر ان الطارة ذات الطاقات التحتية تحدث نتيجة عظيمة متى كانت سرعتها مساوية لنصف سرعة التيار المطلق

وهذه الطريقة في استعمال قوة الماء ليست اعظم الطرق فان الطارة الادروليكية تكون كاملة اذا كانت قوة الماء ترفع ثقلا مساويا لتلك الطارة الى الارتفاع الذي ينزل منه هذا الماء لكي يؤثر في الطارة فاذن يلزم ان الماء المحرك يقذف قوته كلها بحيث لا يبقى له عند انتهائه الا سرعة تساوي صفرا ولما الطارات التحتية فينبغي ان تكون سرعة طاقاتها بطيئة جدا فحينئذ تكون هذه الطارات ناقصة احد الشروط اللازمة لاحداث اعظم نتيجة فاذن لا ينبغي استعمالها الا في المحال التي يكون فيها الماء قوة محركة اكثر مما يلزم

وفي الطارات ذات الجانب والطارات الفوقية يمكن استعمال الماء بالتلاطم او الضغط واولى هاتين الطريقتين اقل فائدة من الثانية لما انها تضيع جزا من الماء بتأثير الانضغاط

فبناء على ذلك يلزم ان نقتصر على ضغط الماء النازل بنفسه على الطارات الفوقية او الجانبية فاذن يكون الماء في شكل ١ و ٣ لوحه ٣ ملاطما

القواديس وفى شكل ٢ و ٤ ينزل الماء عموديا وفى شكل ٤ يكون التلاطم قليلا جدا وربما كان مفقودا بالكلية ومتى فتح حاجز ق لا يخرج الا الجزء الاعلى من ماء الحوض وفى شكل ٢ و ٣ و ٤ يرى ان بعض القواديس يبقى فيها الماء مدة طويلة اكثر مما فى شكل (١) وبهذا الغرض يكون لها فائدة اخرى وفى شكل ٣ لوحة ٣ تكون القواديس مصنوعة من وريقات رقيقة من النحاس على صورة مستحسنة كما فى شكل ٣ لوحة ٤

وفى شكل ٢ لوحة ٣ تمر المياه المتراكمة فوق الحاجز وتستمر على الذهاب فى المجرى من ه الى ف وفى شكل (٤) الذى احدثه المعلم بركان توجد حنفية تفريغ د د التى تفتح متى زاد الماء فى الحوض وفى نقطة ه يوجد سد آخر أوفق يصرف و يمنع على قدر الاحتياج

فى الدرس السابع من هذا المجلد تكلمنا على تركيب الآلات والطارات الادرولكية بالخصوص ولكن بقى علينا عدة اشياء ينبغى لنا ان نحصلها كى نصل بذلك الى درجة الانكليز فى هذا الفن فانهم اتقنوه وابدعوا فيه حتى صار لهم مقدرة على صناعة طارات ادرولكية ذات ابعاد عظيمة من الحديد متقنة الصناعة يقتضى الضبط الهندسى الذى هو اعظم مبادى النجاح

ولنرجع لما نحن فيه من مقابلة قوة الماء المتحركة وما تحدث من النتيجة فنقول ان النتيجة النافعة ليست الا ثلث القوة المتحركة فى الطارات المعتادة ذات الطاقات المتحنية وتكون قدر الثلثين فى الطارات ذات القواديس

وقد جرب مسيو اسمايتون عدة تجاريب فى نتائج الطارات الادرولكية فسمى الارتفاع الذى ينزل منه الماء عموديا مع السهولة لكى تكتسب السرعة التى بها يطرق جناح الطارة بالثقل التقديرى المحكن وبذلك وصل الى النتائج الآتية

اولا متى كان الثقل التقديرى اى الحقيقى واحدا فالنتيجة تكون تقريبا مثل كمية الماء المنصرفة

ثانيا اذا كان انصراف الماء واحدا كانت النتيجة مناسبة لارتفاع الثقل الحقيقى المذكور

ثالثا اذا كانت كمية الماء المنصرفة واحدة كانت النتيجة مثل تربيع السرعة

رابعا اذا كانت فتحة الحاجز واحدة كانت النتيجة مثل تكعيب سرعة الماء

وفى الطارات الادروليكية الكبيرة على مقتضى ما قاله اسمايتون تكون النسبة المتوسطة بين القوة والنتيجة كنسبة ٣ الى (١) والنسبة المتوسطة بين سرعتى الماء والطارة كنسبة ٥ الى ٢

واما الطارات ذات القواديس فانها متى كانت مرتفعة بالنسبة الى سقوط الماء كانت نتيجتها عظيمة وينبغى أن تكون سرعة هذه الطارات قدر متر واحد فى كل ثانية تقريبا لكى تحدث اعظم نتيجة

ولنتكلم الآن على بعض تنبيهات عمومية بطريقة موجزة تتعلق بالاستكمالات التى ادخلها موسيو بونسوليه من مندمدة قليلة فى تركيب الطارات ذات الجانب حيث ان هذه الاستكمالات تكسب نتيجة تلك الطارات زيادة عظيمة

ثم ان الطارات العلوية لاتستعمل الا فى المياه الساقطة التى يتجاوز انحدارها مترين من الارتفاع ويكون فيها كمية كبيرة من الماء

واما التوابيت البسيطة فانها تستعمل مطلقة من غير تقييد فى ارتفاع المياه وتكتسب سرعة عظيمة اذا ابعدت قليلا عن النتيجة المتحصلة منها

ومتى زادت سرعة الطارات على مترين فى كل ثانية فان هذه الطارات تحدث جنا حاوتساعد على انتظام الحركة ولو مع وجود الرجات والبروزات وتغيرات السرعة الفجائية التى تحصل لاجزاء الآلة وتحدث ايضا مع بعض تعشق سرعة عظيمة تصلح لكثير من العمليات الصناعية ولو مع وجود القوة المنعدمة

ومن النادر كون الطارات ذات القواديس تحدث سرعة اقل من متر واحد فى كل ثانية

فان سرعتها عادة تتجاوز مترين فى كل ثانية وليس ذلك عيبا فيها حيث ان سقوط الماء المستعمل فى مثل هذه الحالة يكون بالاقل ثلاثة امتار

وقد تدل السرعة التى يستعملها الماء حال خروجه من المجرى وكذلك التى يأخذها الماء فى هذه المجرى بالنظر للطارات ذات الجانب على أن الطارة يكون لها دائما فى مثل هذه الآلة متران من السرعة فى كل ثانية وهذه السرعة تضيع راجحية الطارة ذات الجانب على الطارة ذات الطاقات المعتادة متى كان سقوط الماء اقل من مترين فعلى موجب هذه المقارنة نرى انه يمكن استعمال التوابيت المتحركة من اسفل مع انها غير مطلقة الاستعمال فى جميع الاماكن فى البلاد ذات السهل التى تكون فيها الانحدارات قليلة والمياه كثيرة ففى الحقيقة نرى أن استعمال انحدارات تفوق على مترين فى البلاد السهلة من الاشياء الصعبة الكثيرة المصاريف والتكاليف

فعلى ذلك توجد احوال كثيرة تكون فيها منفعة الطارات السفلية وراجحيتها على غيرها واضحة

وهذه الطارات تقذف ثلث كمية الحركة التى تتلقاها بل واكثر من ذلك بخلاف ما اذا كانت الانحدارات الموضوعة فيها صغيرة جدا وفى الغالب اذا كان وضع المجارى والحواجز ردئيا فانها لا تقذف سوى ربع او خمس هذه الحركة

وقد عمل العلماء الماهرون والمهندسون المشهورون عدة تجاريب كثيرة النفع والفائدة لاجل اصلاح استعمال التوابيت وقالوا انه ينبغى أن يكون عدد طاقات تلك الطارات فى المواضع الجيدة (اولا ٢٤ طاقة بالاقل) (ثانيا انها تكون مائلة مع نصف قطرها من ٢٥ درجة الى ثلاثين)

(ثالثا ان انغماس هذه الطاقات فى الماء لا يزيد على ثلث ارتفاعها)

(رابعا ينبغى وضع حافة من ٨ سنتيمترات الى ١٠ على الاطراف العامودية لطاقات تلك الطارات)

وقد شرعوا فى عدة طرق متنوعة لاجل ازدياد نتيجة الطارات بوضع المجارى واعتابها وضعا جيدا وشرع موسيو موروزى ايضا فى عمل طرق

لتنقيص طول المجرى الذى يترتب عليه تنقيص السرعة التى تحصل للماء حال مروره عليها وهذه من اعظم الاوضاع الكثيرة النفع والفوائد

فحينئذ اذا املنا الحاجز لكى نجعل شكل جدوان الفتحات مثل شكل السائل ينبغى أن نجعل ابعاد هذا السائل بطريقة بحيث تكون سرعة الماء واحدة عند دخوله فى الحوض ومصادمته للطارة فاذن نرى أن كمية الحركة المتجهة نحو الطارة ذات العلب عوضا عن كونها تكون ربع او خمس القوة المقذوفة تكون ثلاثة من عشرة من تلك القوة

وعلى موجب التجاريب التى فعلها موسيو كرستيان يتحصل من الجافات الجانبية التى شرع فيها موسيو موروزى من عشر الى عشرين بالنسبة الى التوابيت المعتادة اذا فرضنا أن هذه العلب ثابتة لا تتحرك ومنحصرة فى تلك المجرى وتنقص هذه الفائدة متى كانت الطارات محكمة الصناعة وقليلة الحركة فيها

فاذا فرضنا انه يتحصل معنا ثلاثة اعشار القوة الدافعة وعشر ربع بواسطة الجافات فحينئذ تكون النتيجة ٣٦ر٠ من القوة الدافعة التى هى كناية عن نتيجة التوابيت ذات الحوافى

ولا يخفى أن قوة الماء الدافعة عند خروجه من الحاجز تكون فى حد ذاتها اقل من القوة المتحصلة بالعملية النظرية اعنى انها اقل من القوة المتحصلة من ارتفاع كل جزء من الجزئيات المارة من الحاجز فاذن نرى انه لا يتحصل من التوابيت المتقنة الصناعة اكثر من ٣٢ او ٣٣ جزأ من مائة من قوة الماء مع غاية الضبط فى الحساب

وبعد أن ذكر موسيو پونسوليه جميع الملحوظات التى ذكرناها انفا بين الاستحسانات التى بها يمكن أن تصير الطارات الادروليكية ذات محصول عظيم اذا عوضت الطاقات المستقيمة التى هى للطارات المعتادة بعلب منحنية واسطوانية بحيث يكون مقعرها ملاطما السائل ويكون محيط كل علبة من هذه الطاقات مماسا لدائرة ظاهرية متحدة المركز مع الطارة وهذا المحيط يميل

بالتدريج شيأ فشيأ على نصف قطر الطارة حتى يكون محيطا متصلا كما يشاهد في شكل (١) لوحة ٤

وبهذه الطريقة يمس الماء ظاهر كل علبة من تلك العلب ويدخل فيها بدون أن يلاطم سطحها وذلك لكي يرفعها ارتفاعا موافقا للسرعة الخاصة به

فاذا اردنا الآن تحويل السرعة التي يخرج بها الماء من الطارة الى درجة صفر يلزم ان تكون سرعة محيط هذه الطارة مساوية لنصف ماء التيار

وقد جمع موسيو بونسوليه جميع وسائط الاستكمال حيث وضع الحواجز وضعا مخصوصا كما ذكرناه آنفا وعمل للمجرى مخرجا عريضا في المحل الذي تبتدئ فيه القواديس المنحنية بالانصباب ولاجل سهولة تفريغ تلك القواديس وضع على كل جهة من جهات هذه القواديس عوضا عن الحافات قطعتين من الخشب على صورة كفات مستديرة وليس عرض هاتين القطعتين اكثر من ربع ارتفاع الانحدار فبهذه الاوضاع والتجاريب التي عملها يستنتج أن كمية العمل المتحصلة من التوابيت المنحنية اذا كان الانحدار من ٨٠ ر٠ مترالى ٢ من الامتار ليست اقل من ٦ ر٠ بل وفي الغالب تبلغ ٦٧ ر٠ من كمية الحركة الناتجة عن ارتفاع ماء الحوض تحت النقطة السفلى من الطارة وهذه النتيجة اكثر من النتيجة التي يمكن تحصيلها من الطارات الجانبية بل ومن الطارات العلوية ايضا اذا كانت مستعملة في انحدارات صغيرة

وحيث ان العلب المنحنية لا تقبل الماء من اسفلها مثل الطارات ذات القواديس فينبغي أن تصنع من ألواح الخشب الضيقة والاوفق انها تصنع من الحديد المسطوح اومن الصفيح المتين الذي يكون من قطعة واحدة وبذلك يمكن تعشقها في كفات مستديرة ويكفي تسميرها في تلك الكفات او لصقها محكما وبعض الاوقات يمكن تعويض تلك الكفات المستديرة بالاخشاب كما في الطارات المنحنية

ومتى كان الماء المقذوف من المجرى قليل الحجم وكانت سرعة قذفه عظيمة يمكن توصيل انحدار مجرى ب ف شكل (١) لوحة ٤

الى عشر واحد بحيث تعادل السرعة الناشئة عن هذا الانحدار التاخير الناشئ عن مقاومة الجوانب

و ينبغى أن يكون عرض المجرى اقل من طول العلب وها هى الاوضاع الموافقة التى يجب أخذها فى الحواجز والقواطع والمجارى

اولا ينبغى انحناء حاجز ب و على قدر الامكان (ثانيا) توضع علبة طاقة ق فوق الحاجز ولاجل أن يكون هذا الحاجز كاملا مستوفيا يلزم أن يكون مركبا من لوح سميك من الصفيح او الحديد الصب وفى الجزء الذى يزلق فيه الحاجز يمكن ان نعشق بعض قطع من الرخام من الجهة الظاهرة التى يدفعها السائل فبهذه الطريقة يسهل عمل الحاجز وهذه العملية يمكن اجراؤها بواسطة دولاب صغير ومما يناسب هذا المقام و يلائمه الصور الآتية وهى ان قاع ب ف شكل (١) مكررا لوحة ٤ من المجرى يكون مسطحا فى جميع عرضه الذى هو مَ م ة ةَ شكل ١ مكررا ثلاثا و ينبغى ايضا أن يكون موضوعا على اليمين واليسار على هيئة م ة ح خ و مَ ةَ حَ خَ الذى يكون جزؤه العلوى محفورا على هيئة ر ف شكل (١) مكررا بحيث ينطبق طبقا محكما على المحيط المستدير المعبر عنه بحوافى الطارة

وفى نقطة ف شكل (١) و (١) مكررا ينتهى المجرى فوق الخط العمودى المار بمركز الطارة ويكون مخرج ف ش معدا لسقوط الماء الذى يسيل على قاع ش ل الذى هو أعرض من الطارة وذلك لسهولة خروج الماء

ولنبحث الآن عن حركة الماء الخارج من الطاقة فنقول ان اتجاه هذا الماء يكون مماسا لمحيط الطارة تقريبا فاذا كان ابتداء سطح الاجنحة مماسا كذلك لهذا المحيط ينبغى أن نعتبر تصادم الماء لهذا السطح قليلا و ينزلق هذا الماء فى كل علبة بدون مانع وعندما يدخل فى هذه العلبة تعادل تفاوت سرعة الطارات وماء المجارى و يصعد هذا الماء فى العلبة الى ارتفاع يعادل الارتفاع

الذى تبينه الصناعة ولنفرض الآن أن قاع المجرى المعبر عنه بحر فى ب ف يكون فى وضع بحيث انه فى الوقت الذى يصل فيه الضلع الظاهر من العلبة الى نقطة ف يبلغ الماء الداخل فى هذه العلبة اعظم ارتفاع يمكن صعوده اليه ثم ينزل على حسب انحدار العلبة فاذا استمر الضغط عليه نزل على الضلع الظاهر من العلبة بسرعة نسبية بحيث تساوى السرعة التى كانت له حال دخوله فى العلبة وزيادة على ذلك انه يتجه اتجاها مماسا لسطح الطاقة الاسطوانى فى جميع امتداد الضلع الظاهر من هذه العلبة

وقد تساوى سرعة الماء المطلقة سرعته النسبية ناقصة سرعة الطارة ولكن يلزم أن يكون هذا النقص قليلا جدا لكى يحدث الماء النتيجة الكبرى التى يمكن تحصيلها منه فعلى ذلك يلزم أن تكون سرعة الماء النسبية حين دخوله فى الطاقة مساوية لسرعة الطارة فحينئذ تكون سرعة الماء المطلقة ضعف سرعة الطارة المطلقة

وفى هذه الآلة التى ذكرناها لا يفقد شئ من القوة لا عند دخول الماء فى الطاقة ولا فى خروجه منها

وانما يفقد من تلك القوة ما يتسبب عن ازدحام السائل عند خروجه من الحاجز وعن احتكاك الماء فى السائل وعن احتكاك الماء فى الطاقات وقت الصعود والنزول وكذلك الخسارات الصغيرة التى لا يمكن الاحتراس فى عدم ضياعها فى كل آلة من هذا القبيل

وبعد ان بحث مسيو پونسوليه بالعملية عن الشكل الموافق الذى يعطى لجميع اجزاء الطارات الرأسية ولمجاريها على اختلاف انواعها بحث ايضا بالتجربة عن النتيجة النافعة التى تحصل من هذه الطارات المتقنة الصناعة فهذه التجاريب وان كانت قد عملت على آلة قطرها ٥٠ سنتيمترا فقط وطول طاقاتها ١٠٣ مليمترات لكنها عظيمة جدا بالنسبة لا تحاد نتائجها مع نتائج الآلات النظرية وبالنسبة ايضا للفوائد العظيمة المتحصلة منها

وقد

وقد شاهد مسيو پونسوليه بنفسه ان الطارات الكبيرة تحتاج لاتقان العمل الكامل اكثر من الطارة الصغيرة التى جعلها انموذجا فبناء على ذلك أن الطارات الكبيرة تعطى نتائج كبيرة اكثر من النتائج المتحصلة من الطارة الصغيرة المذكورة

و بين مع غاية الضبط والتدقيق ابعاد الحوض الذى يعطى الماء المحرك وكذلك ابعاد حواجز المجرى ووضح ايضا جميع الاحتراسات التى يجب اخذها فى قياس مصرف الماء مع غاية التحقيق وقال انه لاجل تنظيم فتحة الطاقة الظاهرية مع الضبط الكافى يلزم اخذ مساطر صغيرة من خشب يكون عرضها قدر الفتحات الصغيرة المتنوعة المراد عملها مع اخذ الاحتراسات اللازمة لاجل التحقق من انها لا تتغير لا بزيادة ولا نقصان وقت استعمالها وحينئذ كان يضع وجها من وجوه المساطر على عمق المجرى المنحنى و يخفض الطاقة الظاهرة الى ان يمس طرفها الاسفل الوجه الآخر ثم يقلب المسطرة على جميع الاوجه بين الحاجز والمجرى بحيث تكون فى غاية من الدقة فى وضع عامودى فبهذه الطريقة لا يخفى أن سمك المسطرة يبين مع الاتقان فتحة الطاقة المراد عملها واما كيفية معرفة ارتفاع الماء فى الصندوق فانهم كانوا يضعون جسما عواما يسبح على طول قضيب مدرج ولكن هذه الطريقة ابطلوها واستعوضت فيما بعد بقياس سمك الماء بواسطة مسطرة كونسك المنقسمة اقساما صغيرة الى مليمترات ولاجل اثبات هذا القياس والتحقق منه كانوا يستعملونه عدة مرات فى تجربة واحدة

ولا يخفى أن ترتيب التسوية هو الجزء الدقيق الصعب من جميع انواع هذه التجربة حيث انه يقتضى مزيد الاعتناء والتأنى وحيث ان تلك الوسائط الدقيقة التى اجراها فى هذا الغرض عدة من المؤرخين لم تكن فى طاقتنا اقتصرنا على وضع قناة وحاجز للتفريغ بجوار الصندوق المستعمل حوضا تكون ابعادهما كافية فى سيلان الماء الآتى من النهر ومتى كان ارتفاع حاجز الطارة الصغير مناسبا فاننا نرتب مع التأنى فتحة حاجز التفريغ بشرط اننا نحصل على التسوية

الثابتة التى تقتضيها التجربة المراد عملها

ومتى قيس الزمن بمقياس المعلم برنيه فانه يعطى لنا انصاف الثوانى وكمية الماء السائل فى كل ثانية تحصل بالزمن اللازم لامتلاء الصندوق المأخوذ عياره عدة مرات ويسع ١٨٤ لترا

ولم نعد من التجاريب العظيمة الا التجاريب التى اذا كررت مرارا عديدة لا يحصل فيها اختلاف الا فى بعض انصاف ثوانى مدة السيلان كلها وهكذا فى جميع التجاريب التى سنتكلم عليها فيما بعد

وقد وضع مسيو بونسوليه النتائج المشهورة التى تتعلق بازدحام السائل وقت خروجه من حاجزه والوسائط النافعة لجبر الخلل الناشئ من عدم الانتظام الناشئ عن هذا الازدحام بطريقة مخصوصة

وهى ان هذا الحبر الماهر لكى يقيس نتيجة طارته العظمى استعمل الواسطة التى استعملها مسيو اسمايتون اعنى انه حسب مثله الثقل الذى يمكن للطارة رفعه وعلقه فى حبل ملتف على عامود الطارة

وابتدا اولا بتقويم مقاومة الهوا والمقاومة التى تحصل من شد الحبل او الدبارة المعلق فيها الثقل على وجه التقريب ثم بتقويم احتكاك الحركات الشديدة التى تحصل للماء فكان يقيس بتحريكه للطارة هذه المقاومات بنفس نتيجة الاثقال الموضوعة فى كيس معلق فى الحبل او الدبارة وفى هذا الزمن لا شئ يقاوم هذه الاثقال سوى المقاومات المختلفة التى ذكرناها * ولاجل انتظام حركة الطارة كان يدورها عشر دورات كاملة بثقل واحد وكان ابتداء كل دورة واخرها مبينا مع الدقة بواسطة ابرة (اى عقرب) موضوعة على مدار العامود فبعد الدورة العاشرة كان يحسب مع الضبط عدة مرات الزمن اللازم لعمل جملة دورات كان عددها فى الغالب من ٢٠ دورة الى ٢٥ وبتغيير الاثقال كان يعرف نوع المقاومات الناشئة عن كل سرعة تأخذها الطارة وتيسر له معرفة هذه المقاومات فان هذه الطارة عندما كانت تدور بحركة الماء تمر بانواع السرعة وقال مسيو بونسوليه ان هذه الطريقة التى

استعملها

استعملها عدة من المؤرخين غير صحيحة فى جميع اجزاء الميكانيكا لان الطارة تتأثر من الماء تأثرا شديدا متى كان تحركها به وفى هذه الحالة يكون الكيس اثقل مما اذا كانت فارغة ومن جهة يزداد شدة الدبارة وتوتيرها ومن جهة اخرى لم يكن الضغط والاحتكاك على الدوران واحدا

ويتعسر الالتفات الى هذه الاسباب الاخيرة فى التجاريب العديدة لكن يمكن بواسطة الاعتناء والتعديل تنقيص مقدار مجموع هذه المقاومات فى الاحوال المختلفة ولو كانت اقل دائما من المقاومة المتحصلة من التجاريب التى عملت على الطارة وهى فارغة

وعلى موجب الاحتراسات التى ذكرناها انفا عملنا الجدول الآتى وهو جدول يحتوى على الاثقال المرفوعة وكميات العمل المتحصلة من الطارة بواسطة فتحة حاجز سعتها ٣ سنتيمترات وانحدارها ٢٣٤ مليمترا

كمية العمل التي تحدثها العجلة	الثقل الكلي الذي ترفعه العجلة	الثقل الذي يعمل موازن المقاومات	الاثقال المرفوعة ومن جملتها ثقل الكبس	الارتفاع الذي يرتفع اليه الثقل في كل ثانية	عدد الادوار في كل ثانية	زمن ٢٥ دورة من العجلة	عدد الضاربات
كيلوغرام	كيلوغرام	كيلوغرام	كيلوغرام	مليمتر	ادوار	كبس	كدس
٠٫٠٦٢٨	٠٫٢٢٢	٠٫٢٢٢	٠٫٠٠٠	٠٫٢٨٠٥	١٫٢٨٢١	١٩٫٥٠	٠١
٠٫٢٨٠٦	١٫١٩٠	٠٫١٩٠	١٫٠٠٠	٠٫٢٣٥٨	١٫٠٧٧٦	٢٣٫٢٠	٠٢
٠٫٢٩٨٠	١٫٢٨٠	٠٫١٨٠	١٫١٠٠	٠٫٢٣٢٨	١٫٠٦٣٨	٢٣٫٥٠	٠٣
٠٫٣١٣٦	١٫٣٧٦	٠٫١٧٦	١٫٢٠٠	٠٫٢٢٧٩	١٫٠٤١٧	٢٤٫٠٠	٠٤
٠٫٣٣٠٥	١٫٤٧٤	٠٫١٧٤	١٫٣٠٠	٠٫٢٢٤٢	١٫٠٢٤٦	٢٤٫٤٠	٠٥
٠٫٣٤٦٨	١٫٥٧٢	٠٫١٧٢	١٫٤٠٠	٠٫٢٢٠٦	١٫٠٠٨١	٢٤٫٨٠	٠٦
٠٫٣٦٢٦	١٫٦٧٠	٠٫١٧٠	١٫٥٠٠	٠٫٢١٧١	٠٫٩٩٢١	٢٥٫٢٠	٠٧
٠٫٣٧٧٦	١٫٧٦٧	٠٫١٦٧	١٫٦٠٠	٠٫٢١٣٧	٠٫٩٧٦٦	٢٥٫٦٠	٠٨
٠٫٣٩٢٢	١٫٨٦٤	٠٫١٦٤	١٫٧٠٠	٠٫٢١٠٩	٠٫٩٦١٥	٢٦٫٠٠	٠٩
٠٫٤٠٤٥	١٫٩٦٠	٠٫١٦٠	١٫٨٠٠	٠٫٢٠٦٤	٠٫٩٤٣٤	٢٦٫٥٠	١٠
٠٫٤١٧٠	٢٫٠٥٨	٠٫١٥٨	١٫٩٠٠	٠٫٢٠٣٦	٠٫٩٢٥٩	٢٧٫٠٠	١١
٠٫٤٢٨٨	٢٫١٥٦	٠٫١٥٦	٢٫٠٠٠	٠٫١٩٨٩	٠٫٩٠٩١	٢٧٫٥٠	١٢
٠٫٤٤٠٤	٢٫٢٥٤	٠٫١٥٤	٢٫١٠٠	٠٫١٩٥٤	٠٫٨٩٢٩	٢٨٫٠٠	١٣
٠٫٤٥١٣	٢٫٣٥٢	٠٫١٥٢	٢٫٢٠٠	٠٫١٩١٩	٠٫٨٧٧٢	٢٨٫٥٠	١٤
٠٫٤٦٢١	٢٫٤٥٠	٠٫١٥٠	٢٫٣٠٠	٠٫١٨٨٦	٠٫٨٦٢١	٢٩٫٠٠	١٥
٠٫٤٧٢٦	٢٫٥٤٩	٠٫١٤٩	٢٫٤٠٠	٠٫١٨٥٤	٠٫٨٤٨٥	٢٩٫٥٠	١٦
٠٫٤٨١١	٢٫٦٤٨	٠٫١٤٨	٢٫٥٠٠	٠٫١٨١٧	٠٫٨٣٠٦	٣٠٫١٠	١٧
٠٫٤٩٠٨	٢٫٧٤٥	٠٫١٤٥	٢٫٦٠٠	٠٫١٧٨٨	٠٫٨١٧٠	٣٠٫٦٠	١٨
٠٫٤٩٦٨	٢٫٨٤٢	٠٫١٤٢	٢٫٧٠٠	٠٫١٧٤٨	٠٫٧٩٨٧	٣١٫٣٠	١٩
٠٫٥٠٢٤	٢٫٩٤٠	٠٫١٤٠	٢٫٨٠٠	٠٫١٧٠٩	٠٫٧٨١٣	٣٢٫٠٠	٢٠
٠٫٥١١١	٣٫٠٣٧	٠٫١٣٧	٢٫٩٠٠	٠٫١٦٨٣	٠٫٧٦٩٢	٣٢٫٥٠	٢١

كمية العمل التي تحدثها العجلة	الثقل الكلي الذي ترفعه العجلة	الثقل الذي يعمل توازن المقاومات	الاثقال المرفوعة ومن جملتها ثقل الكبس	الارتفاع الذي يرتفع اليه الثقل في كل ثانية	عدد الادوار في كل ثانية	زمن ٢٥ دورة من العجلة	عدد التجاريب
كيلوغرام	كيلوغرام	كيلوغرام	كيلوغرام	مليمتر	ادوار	كبس	كبس
٠٫٥٥١٨	٣٫١٣٤	٠٫١٣٤	٣٫٠٠٠	٠٫١٦٣٣	٠٫٧٤٦٣	٣٣٫٥٠	٢٢
٠٫٥١٥٣	٣٫٢٣١	٠٫١٣١	٣٫١٠٠	٠٫١٥٩٥	٠٫٧٢٨٩	٣٤٫٣٠	٢٣
٠٫٥٢٠٢	٣٫٣٢٨	٠٫١٢٨	٣٫٢٠٠	٠٫١٥٦٣	٠٫٧١٤٣	٣٥٫٠٠	٢٤
٠٫٥٢٧٩	٣٫٤٢٦	٠٫١٢٦	٣٫٣٠٠	٠٫١٥٤١	٠٫٧٠٤٢	٣٥٫٥٠	٢٥
٠٫٥٢٨١	٣٫٥٢٣	٠٫١٢٣	٣٫٤٠٠	٠٫١٤٩٩	٠٫٦٨٤٩	٣٦٫٥٠	٢٦
٠٫٥٢٨٢	٣٫٦٢٠	٠٫١٢٠	٣٫٥٠٠	٠٫١٤٥٩	٠٫٦٦٦٧	٣٧٫٥٠	٢٧
٠٫٥٢٧٩	٣٫٧١٥	٠٫١١٥	٣٫٦٠٠	٠٫١٤٢١	٠٫٦٤٩٤	٣٨٫٥٠	٢٨
٠٫٥٢٧٧	٣٫٨١٠	٠٫١١٠	٣٫٧٠٠	٠٫١٣٨٥	٠٫٦٣٢٩	٣٩٫٥٠	٢٩
٠٫٥٢١٣	٣٫٩٠٨	٠٫١٠٨	٣٫٨٠٠	٠٫١٣٣٤	٠٫٦٠٩٧	٤١٫٠٠	٣٠
٠٫٥١٥٦	٤٫٠٠٦	٠٫١٠٦	٣٫٩٠٠	٠٫١٢٨٧	٠٫٥٨٨٢	٤٢٫٥٠	٣١
٠٫٥١٠٠	٤٫١٠٣	٠٫١٠٣	٤٫٠٠٠	٠٫١٢٤٣	٠٫٥٦٨٢	٤٤٫٠٠	٣٢
٠٫٥٠٥١	٤٫٢٠٢	٠٫١٠٠	٤٫١٠٢	٠٫١٢٠٢	٠٫٥٤٩٥	٤٥٫٥٠	٣٣
٠٫٤٦٧٢	٤٫٥٠٥	٠٫٠٨٨	٤٫٤١٧	٠٫١٠٣٧	٠٫٤٧٣٩	٥٢٫٧٥	٣٤
٠٫٢٩٣١	٥٫١٨٧	٠٫٠٦٨	٥٫١١٩	٠٫٠٥٦٥	٠٫٢٥٨٣	٩٦٫٧٥	٣٥

وقال مسيو پونسوليه ان السرعة وكميات العمل المتحصلتين من الطارة يتبعان سيرا منتظما ولو بلغت تقويمات الاعداد الخانة الرابعة من الاعداد الاعشارية

وثبت عند المؤلف ان القوانين المتحصلة من التجربة تقرب من القوانين المتحصلة من العمل حيث ان النسبة المفروضة بالعملية المتقدمة هى نسبة

ع = ٣٠٢ و ٨٩٤ د (ں ـــ ف) كيلوغرامات

وهذه النسبة توافق التجاريب المتقدمة بالكلية الى نمرة ٣١ التى تبتدأ فيها الاختلافات بالزيادة وتصير فيها ظاهرة شيأ فشيأ فلذا كانت التجربة فى الاحوال الاول الثلاثين موافقة بالكلية للعملية النظرية وينبغى للانسان ان يلاحظ أن المساواة التى ذكرت بالنظر للاستثناآت الاربعة او الخمسة الاخيرة تكون مرتبة فيما اذا كان للطاقات ارتفاع كافى بحيث يمنع الماء عن الخروج من قواعده ويبطل هذا الغرض من ابتدا تجربة ٣١ واعظم قوة نافعة تحدثها الطارة تكون موافقة لتجربة ٢٧ التى يكون فيها عدد الادوار فى كل ثانية ٦٦٦٧ ر ٠ اعنى تكون ثلثا دورة فى كل ثانية واما العملية النظرية فينشأ عنها فقط ٦١ ر ٠ وعرف مسيو پونسوليه بطريقة عجيبة سهلة ان نسبة السرعة المتوسطة للماء بالمسافة التى يقطعها محيط الطارة يعبر عنها بعدد ٥٢ ر ٠ بخلاف النظرية فانها تبين فقط بعدد ٥ ر ٠ وهذا الاختلاف الصغير الذى هو كناية عن اثنين من مائة يعد منحصرا فى حدود تخمينية بمقتضى الطريقة التى تبعها هذا المهندس حتى وصل الى تحديد عدد ٥٢ ر ٠

ثم بحث بعد ذلك عن مقابلة نسبة كمية العمل التى تحدثها الطارة للنهاية الكبرى و بين كمية العمل المنصرفة بالماء المحرك فوجد بواسطة التقويمات التى لا يمكن لنا الآن ذكرها على التفصيل هذه النسبة هى عين ٧٤١ ر ٠ وقال ان هذه النسبة تكاد ان تساوى مرة ٢ $\frac{1}{2}$ النسبة التى وجدها اسمايتون فى الطارات المعتادة وليست بعيدة عن الطارات الادروليكية المشهورة واذا

طبقنا

طبقنا العملية النظرية على بحث هذه النسبة فيتحصل معنا عدد ٧٤٠ و ٠
وقال المؤلف ان هذه درجة تقريبية لا يلزم للانسان ان يعدها من تجاريب
الطارات التي نحن بصددها

والغرض المهم من شغل مسيو بونسوليه الاخير هو تعريف قوانين سيلان
الماء في الجهاز الذي استعمله في التجاريب المتقدمة فابتدأ اولا بملاحظة
احوال سيلان الماء في جزء المجرى الذي استعمله لذلك وقاس سرعة
هذا الماء ولاجل ان يحدد الشكل الذي يتبعه السطح الاعلا من السائل
في المجرى وضع قطعة من الخشب وضعا عموديا على اتجاه المجرى الذي شقه
بالابر المنتصبة الموضوعة على بعد واحد ومصطفة في سطح واحد عمودي على
اتجاه التيار واذا انزلنا هذه الابر تارة وتارة بالتناوب بحيث يمسح الطرف الاسفل
من كل واحدة منها سطح السائل فيتحصل معنا جملة انتظامات متوازية وقد
يدل الخط المائل المستمر الذي يشق كل طرف من اطراف تلك الابر على المحيط
المستعرض بماء المجرى وبناء على ذلك يتحصل معنا قطع الماء الجاري في المجرى
فاذا اقسمنا مصرف التيار بقطع الماء المحدد بالطريقة المتقدمة فيحصل معنا
سرعة السايل المتوسطة ولاجل نجاح هذه الملحوظات يلزم ان يكون سيلان
الماء منتظما بالكلية وذلك يتم اذا كان ارتفاع الماء منتظما بالكلية في الحوض
ولم يكن هناك مانع يضر بحركة السايل عند خروجه من السد وقدومه
للمجرى

ولاجل سهولة الحركة الخفية التي يجب اعطاؤها للابر لكي توصلها الى النقطة
المحددة التي تناسبها ينبغي لنا ان نرتب انغماسها مع قطعة من السلك الموضوع
على كل ابرة منها في الجزء الذي يشق قطعة الخشب المستعرضة وعند اخذ جميع
الاحتراسات الممكنة ومعرفة ارتفاع الماء فوق عتبة السد بالكلية نقيس
المصرف الحقيقي بالليترات لكي نقابله بمصرف الماء على مقتضى العملية
النظرية ولذلك نعرف نسبة هذين المصرفين وسرعة الماء عند خروجه من السد
على حسب العملية ونعرف ايضا نسبة السرعات الحقيقية على المقطع المنقبض

للسرعات العملية النظرية وكذلك نسبة السرعات الحقيقية للطارة وللمقطع المنقبض ونسبة السرعات للطارة وللسرعات العمليات النظرية ايضا

ثم ذكر مسيو بونسوليه اعتمادا على تجاربه تنبيهات وحسابات لايمكن لنا ذكرها مفصلة فى هذا المختصر والقصد من الجزء الرابع الاخير من شغل هذا المهندس البحث عن معرفة كمية العمل المتحصلة من الطارات ذات الطاقات المنحنية وبعد ان حدد السرعات الحقيقية وتصريفات الماء كما ذكر فى الاحوال المتنوعة من تجاربه بحث عن النسبة التى توجد بين السرعات الحقيقية للماء على اجنحة الطارة وبين السرعات اللازمة لارتفاع الماء فوق مركز المنفذ بمقتضى العمليات النظرية فعمل جدولا يشتمل على كميات العمل وعلى سرعات الماء وسرعة الطارة فى النهاية الكبرى وقد تختلف النسبة التى توجد بين كمية نتيجة الطارة وكمية نتيجة الماء على العموم فى عدد قليل مثل ٥ ر٠ وهو الذى عينته العملية النظرية وبالنظر للنهاية الكبرى لم تكن النسبة التى توجد بين كمية عمل الطارة وبين كمية عمل الماء اقل من ٦ ر٠ بل وفى بعض الاحوال يزيد على ٧٥ ر٠ مع أن هذه النسبة لم تكن سوى ٣٠ ر٠ مقدارا متوسطا فى الطارات على حسب تقويم اسمايتون وهذا ما يثبت فائدة المواضع الجديدة

وبينما كان مسيو بونسوليه ينشر رسالته فى الاخبار اليومية التى تتعلق بجمعية الترغيب كان مسيو روبير رئيس الحدادين فى مدينة فوللت وهى احدى محلات موزيل يبنى طارة ادروليكية مائية على حسب آلة هذا المؤلف وكانت النتائج الكبرى التى تحدثها العملية تقرب كثيرا من النتائج الناشئة عن الاورنيك الذى كان يستعمله مسيو بونسوليه فى تجاربه وفى الحقيقة نجد ان نسبة كمية العمل التى يحدثها الماء المحرك بالنظر للنهاية الكبرى كانت تساوى ٧٣ ر٠ مع ان مسيو بونسوليه وجد هذه النسبة بطارته التى استعملها ٧٥ ر٠ وينبغى لنا ان نلاحظ انه كان لطارة

طاحونة فولك سرعة تساوي $\frac{٦١}{١٠٠}$ من سرعة الماء وبالجملة فكانت هذه السرعة الاخيرة تفوق شيأ يسيرا على النهاية الكبرى

واذا قومنا شغل ماتي رجل بشغل الطارات التحتية أو الجانبية التي توجد في فرانسا فقط وفرضنا ان هذا الشغل ولو كان يفوق بحسب الظن ثلث القوة المحركة المنصرفة نرى بالحساب والبراهين التي ذكرناها ان تكميلات مسيو بونسوليه تحدث لنا بلا واسطة مع عدد السواقي زيادة في الشغل الحقيقي تساوي ٢٠٠٠٠٠ × $\frac{٧٥}{٣٠}$ اعني ان هذه الزيادة تساوي شغل ٥٠٠٠٠٠ رجل حقيقية وهذه هي الزيادة الناشئة عن تصليح عمارة الطارات الادروليكية ومن المهم مقابلة نتيجة تلك الطارات بنتيجة الجدي الادروليكي (اى الآلة المائية) وهذا ما يمكن لنا فعله بواسطة الجدول الذي ذكره الشهير هيتلوان الذي تقدم ذكره في الدرس الثامن

وقد حسب هيتلوان المذكور النسبة التي توجد بين النتيجة التي يحدثها الجدي الادروليكي و بين كمية القوة المحركة المنصرفة حيث فرض ان رفع الماء بقوة الجدي يكون بالتوالي ١ ، ٢ ، ٣ ــــــ ٢٠ مرة قدر الارتفاع العامودي الذي يقيس قوة الماء المستعمل في تحريك الجدي وهاك نتيجة مباحثه

نسبة رفع الماء بقوة الجدى بالنظر لارتفاع سقوط الماء المحرك	نسبة النتيجة النافعة التى يحدثها مع القوة المحركة المنصرفة
٠٫٩٢٠ اى المساواة بين الارتفاعين . . .	١
٠٫٨٧٣	٢
٠٫٧٧٤	٣
٠٫٧٢٠	٤
٠٫٦٧٣	٥
٠٫٦٣٠	٦
٠٫٥٩١	٧
٠٫٥٥٥	٨
٠٫٥٢٠	٩
٠٫٤٨٨	١٠
٠٫٢٥٧	١١
٠٫٤٢٧	١٢
٠٫٣٩٩	١٣
٠٫٣٧٢	١٤
٠٫٣٤٥	١٥
٠٫٣٢٠	١٦
٠٫٢٩٥	١٧
٠٫٢٧٢	١٨
٠٫٢٤٨	١٩
٠٫٢٢٤	٢٠

وهذا الجدول يدل على أن النتيجة النافعة التى يحدثها الجدى تكون اكثر فائدة من رفع الماء المطلوب احداثه بهذه الآلة او يفوق ارتفاع انحدار الماء المحرك بعدد قليل

وكان يحصل لنا فى الحالة التى يلزم رفع المياه فيها الى ارتفاع اكبر من ارتفاع سقوطه نتيجة مفيدة جدا وذلك اذا كنا نستعمل عدة من انواع الجدى كل واحد منها يرفع الماء قليلا و ينزل ماء الجدى الاول المنصب فى الحوض الاول بالخصوص لكى يرتفع بواسطة جدى ثانى وهذا الجدى يستعمل قليلا كذلك لامتلاء حوض آخر يحرك سقوط مائه جديا ثالثا وهلم جرا

وقد قابل مسيو هيتلوان النتائج النافعة التى يحدثها النوعان الاصليان من الطارات الادروليكية بالنتائج النافعة التى يحدثها الجدى باختلاف انواعه فنتجت له النتائج الآتية وهى

اذا كان رفع الماء يساوى اربع مرات ارتفاع سقوطه فيرفع الجدى جزأ سابعا من الماء اكثر من الطولمبات المتحركة بالطارة ذات القواديس وتكون نتيجة هذه العجلة والجدى على اختلاف انواعه واحدة اذا كان رفع الماء مساويا ست مرات ارتفاع سقوطه و بالجملة متى لزم رفع الماء اكثر من ست مرات ارتفاع سقوطه فيكون استعمال الجدى اقل فائدة من استعمال الطارة ذات القواديس

واذا قابلنا الجدى بطارات مسيو پونسوليه ذات الطاقات فنجد النتيجة واحدة متى كان رفع الماء مساويا اربع مرات ارتفاع سقوط الماء المحرك ويكون استعمال الجدى كثير النفع والفائدة متى كانت النسبة اكثر من اربع مرات و يكون استعماله قليل الفائدة اذا كانت هذه النسبة اقل من ذلك

بقى علينا أن نتكلم الآن على طريقة أخرى تستعمل فى نقل قوة الماء وهى طريقة استعمال الآلة ذات العامود وتستعمل هذه الآلة لتحريك الطولمبات مع قوة مفروضة بنوع سقوط من الماء عظيم الارتفاع فاذا ملأنا بالماء قصبة عامودية يساوى ارتفاعها هذا السقوط فيحصل لقاعدتها انضغاط مناسب لعامود الماء المحتوية هى عليه ويمكن استعمال هذا الضغط لتدوير الطولمبات

وقد عرف مسيو دونيزار ومسيو دوتيل فى سنة ١٧٣١ من الميلاد آلة

عظيمة اخترعاها على مقتضى هذه القواعد واستعملا لذلك قصبتين عاموديتين
احد عموديهما الماء يضغط مكباس الطلومبة من أسفل والآخر من اعلا
على التوالى وكان مكباس الطولمبة يصعد وينزل بتأثير هذه الانضغاطات
وكانت قوة عمود الماء المحركة تشتغل فى هذه الآلة مطلقا كما كانت
وقوة البخار تشتغل فى الآلات المسماة بالنتيجة المزدوجة
قد صنعوا ايضا من هذا الجنس آلات انها عمود من الماء ذات نتيجة واحدة
كالآلة التى صنعها مسيوهول فى شومنيتز سنة ١٧٥١ ولا يوجد
فى هذه الآلة سوى عامود واحد من الماء ارتفاعه ٩٠ مترا وقد يوصل
هذا الماء بواسطة مجرى افقى الى قاعدة جسم طولمبة ويتعلق قضيب المكباس
باحد ذراعى الرافعة ويتعلق ذراعها الآخر بقضيب الطولمبة المعدة للتفريغ
ويوجد حنفيتان احداهما أ يوصل عند فتحها عامود الماء بجسم الطولمبة
الاول وثانيهما حنفية ب تفتح لتفريغ الماء الداخل فى الاسطوانة (اولا) اذا
كانت حنفية ب مغلوقة وحنفية أ مفتوحة فعمود الماء يدخل فى الجسم
الاول من الطولمبة ويرفع مكباسها وهذا ما ينزل مكباس طولمبة التفريغ
اما بقوة الرافعة او بقوة الرقاص (ثانيا) متى تمت الحركة الاولى غلقت حنفية أ
وفتحت حنفية ب فينقطع عمود الماء حينئذ عن الضغط فى الجسم الاول
من الطولمبة ويسيل الماء الداخل فى هذا الجسم وينزل المكباس المستقر
فى هذا الجسم بعظيم ثقله بان يرفع مكباس طولمبة التفريغ الى اعلا
ولنتأسف غاية التأسف على كون الزمن لا يساعدنا فى ان نذكر تفصيلا
الرسالة النفيسة التى ذكرها مسيو بونوات وهو تلميذ قديم من مدرسة
المهندسخانة فى شأن العجلات الفوقية والعجلات ذات القواديس المنحنية
راجع من تواريخ الصناعة نمرة ٧٣

الدرس العاشر

فى الكلام على توازن السوائل السيالة وعلى الطولمبات

ولنتكلم

ولنتكلم الآن على توازن الغازات اى السوايل السيالة فنقول سميت بذلك لان لها على العموم صورة كصورة الهواء المعتاد وخواصه الميكانيكية التى تتركب منها الكرة الهوائية

فاذا أدخلنا الهواء فى عمق اناء ممتلئ بالماء وجدنا أن هذا الهواء يخرج من الاناء على صورة الفقاقيع الصغيرة أو الكبيرة ويصعد جهة سطح السايل الاعلا بسرعة كبيرة جدا ويرى كذلك اننا اذا غلينا الماء فتخرج فقاقيع بخار الماء من العمق وتصعد على السطح وتقع بالغلى

واستنتج القدماء بملاحظة هذه الحوادث وملاحظة حوادث أخر ايضا حاصلة فى حركة الطلومبات انه ليس للهواء والبخارات اى الغازات ثقل بالكلية وفضلا عن كونها تميل الى مركز الارض تبعد عنه بقوة مخصوصة بها وهذا خطأ كبير كاف فى التمسك بفرع مهم من العلوم الطبيعية فى مبدء الامر

وسنبين هذه الخاصية التى توجد فى السوايل السيالة فى كونها ترتفع فوق السوايل المعتادة وينبغى الآن ان نبين من هذه الخاصية طريقة عظيمة لتحديد الاتجاهات الافقية مع غاية الضبط والتدقيق

فاذا تخيلنا اسطوانة مثل ا ب لوحة ٥ شكل ١ متعادلة تعادلا كاملا وممتلئة بالماء وتحتوى على فقاعة د من الهواء وفرضنا انها مغلوقة من الطرفين فاننا اذا رفعنا طرف ب اكثر من طرف ا فان فقاعة د لكى ترتفع على قدر الامكان تجرى جهة دً نحو طرف ب وبالعكس اذا رفعنا طرف ا اكثر من طرف ب وفقاعة د تجرى الى دً فى أعلا نقطة جهة طرف ا وبالجملة لا تستقر الفقاعة وتثبت فى وسط اسطوانة ا ب الا اذا كانت هذه الاسطوانة أفقية بالكلية فعلى ذلك يمكن لنا التحديد هكذا * اولا اذا كان اتجاه ا ب المفروض أفقيا * ثانيا اذا لم يكن هذا الاتجاه أفقيا فمن ذلك نعرف الجهة التى يلزم ارتفاع الانبوبة منها وتصيرها كالمطلوب وهذه مثل الميزان الذى له فقاعة من الهواء وهو مستعمل فى العمليات الدقيقة

المتعلقة بالعلوم الفلكية وبالفنون المخصوصة بالاشغال العامة
وقد عرف كل من پاسكال وجاليليه الهواء الكروى بأنه جسم ثقيل كالاجسام الصلبة والسوايل ولاجل اجراء هذه العملية نزن اولا اناء من الزجاج ممتلأ بالهواء فى حالته الطبيعية ثم ندخل بعد ذلك هواء جديدا بالقوة فى هذا الاناء فبعد هذه العملية يصير الاناء ثقيلا جدا وهذا الثقل العظيم فى الحقيقة انما هو ثقل الهواء الجديد الداخل فيه بالقوة واذا عملت هذه التجربة فى غاز ادروجينى (اى ماءى) أو فى غاز الحمضى الكاربونيكى أو فى سايل سيال يظهر منه نتيجة مثل هذه ومن هنا يستنتج أن الهواء وجميع الغازات اجسام ثقيلة
واستكشاف هذه الحقيقة يغير وحده بالمشاهدة صورة جميع الحوادث التى تظهر على سطح الارض من التوازن وحركة الاجسام
وحيث كان الهواء ثقيلا فكل نقطة من هذا السايل تكون مضغوطة بثقل عمود الهواء الذى تحمله هذه النقطة فحينئذ لا يكون هذا الانضغاط من أعلا الى أسفل فقط بل انه يكون بقوة واحدة فى جميع الجهات الممكنة حول تلك النقطة ويكون هذا الانضغاط حاصلا على حياة الحيوانات والنباتات وقوتها وعلى الطريقة التى تكون عليها المعادن والنتائج الدائمية المفيدة جدا التى سنبين حقيقتها
ثم انه لا يحصل للسوايل كالماء والنبيذ والزيت والزيبق متى كانت ساكنة انضغاطات فى كل نقطة مساوية لعمود السايل المحمول بهذه النقطة بل انها تحمل غير ذلك جميع ثقل عمود الهواء على سمت عمود السايل بشرط أن يحصل لجميع نقط السايل الموضوعة على التسوية العليا انضغاط الكرة الهوائية عوضا عن أن يحصل لها انضغاط مساو لصفر
ومن السوايل ما لا تكون باقية على حالتها الا بهذا الانضغاط الواقع على سطحها من الكرة الهوائية حتى اننا اذا منعنا عنها هذا الانضغاط فانها تنتقل سريعا من هذه الحالة الى حالة الغازات مثل الاتير

وقد ينشأ عن هذا الانضغاط الذي يجريه الهواء على جميع السوايل طريقة بسيطة لتحديد ثقل عمود أفقي من الهواء معلوم القاعدة ولاجراء ذلك نأخذ انبوبة من الزجاج مثل اب (شكل ٢) طولها اكثر من ٨ دسمترات وتكون هذه الانبوبة مغلوقة في نقطة ا ثم بعد امتلائها بالزيبق النقي نجعلها في الوضع المذكور في شكل ٢ فاذن نلاحظ ان الزيبق ينزل من ابتداء نقطة ا وهذا ما يتسبب عنه الفراغ في هذا الجزء وبناء على ذلك بعد نزول الزيبق من الفرع الطويل يصعد في الفرع القصير ويتفرق في كرة ب بحيث يبين الاختلاف الذي يؤخذ بين تسويتي م ه و ح غ

فاذا فرضنا انهم يطولون فرع الانبوبة القصير مثل الكرة الارضية فان ذلك لا يغير حالة التوازن ولكن يحصل معنا وقتئذ سايلان منحصران في انبوبة واحدة منحنية واذا وصلنا خط حَ غَ ح غ الافقي يلزم أن تكون الانضغاطات الواقعة من كل نقطة من هذين المقطعين متساوية من الجهتين فبناء على ذلك تحمل نقطة حَ غَ ثقل عمود سايل حَ غَ ه ه بخلاف نقطة ح غ فانها تحمل ثقل عمود الهواء وبالجملة يكون ثقل عمود الهواء مساويا لثقل عمود السايل وتكون قاعدة العمودين واحدة

واذا اعتبرنا الزيبق كالموايع فاننا نلاحظ ان زيبق حَ غَ م ه لم يكن من الارتفاع في المحلات الواطية جدا من سطح الارض سوى ٨١ سنتيمترا ولكن يتغير هذا الارتفاع وكذلك ثقل عمود الهواء في محل واحد على مقتضى التغيرات التي تحصل لحالة الكرة الهوائية

فلذا ينبغي لنا أن نلاحظ في جميع التجاريب والاشغال التي يراد فيها حساب القوى المستعملة بالطبيعة في زمن اجراء الاشغال والتجاريب ماهو ارتفاع عمود الزيبق الذي يبين الانضغاط الواقع من الهواء الجوي على الاجسام في محل العملية

والبارومتر هو الآلة النفيسة المستعملة في قياس الانضغاطات الواقعة من الهواء الكروي ويلزم أن تكون معرفة هذه الآلة واستعمالها عاما للناس

الذين يمارسون جميع الفنون الميكانيكية بطريقة علمية

ولم نطنب هنا فى الكلام الاعلى القواعد التى يمكن استعمالها فى عمل البارومترات وتحقيقها وضبطها حيث انها مفصلة فى مختصرات الطبيعة

واذا استعملنا الماء عوضا عن الزيبق حيث كان الماء أخف منه ١٣ ١/٢ مرة بالاقل فيلزم أن يكون عمود م ح خ مرتفعا اكثر من ١٣ ١/٢ لكى يدل على هذا الثقل بعينه فلذلك اذا ارتفع الزيبق الى ٧٦ دسيمترا من الارتفاع فالماء يرتفع الى ١٣ ,٥ × ٧٦ اى ١٠م , ٣٣٦ بالتحقيق فبناء على ذلك يلزم لاجل استعمال البارومتر بعمود الماء أن يكون اختلاف طول فرعى الانبوبة متجاوزا ١٠ امتار و ١/٣ فحينئذ تصير هذه الآلة صعبة الحمل والعمل

وهنالك ملاحظة ضرورية تتعلق باستعمال البارومتر وهى الاختلاف الذى يحصل لصحة الآلة من تغيرات الاعتدال (راجع الدرس الثانى عشر فان فيه الكلام على الحرارة)

واحد الاستعمالات العظيمة من استعمال البارومتر هو استعمالها فى قياس ارتفاع الجبال ويلزم قبل توضيح هذه الآلة البحث عن ثقل الغازات فى الارتفاعات الكبيرة قليلا أو الصغيرة

ومتى كان الهواء الجوى ساكنا فان كل جزء من أجزائه الصغيرة يحمل كما ذكرنا ضغطا يستدل عليه بثقل العمود المنتصب المنسوب للغاز الذى قاعدته هذا الجزء الصغير ولكن للسوايل المرنة خاصية تنضغط بها بالنسبة للاثقال التى تحملها فبناء على ذلك اذا قسمنا جملة من السايل كالهواء بطبقات أفقية نرى ان جميع الاجزاء الصغيرة الموضوعة على ارتفاع واحد يلزم لكى تكون فى حالة التوازن انها تحمل هذه الانضغاطات المتقدمة وبالجملة تكون مضغوطة على حد سواء فحينئذ تكون كثافة طبقات السايل الافقية متحدة فى جميع امتداد كل طبقة صغيرة أفقية لكنها تتغير الى عدة طبقات مختلفة وتزداد شيأ فشيأ اذا قرب الانسان من الطبقات السفلى وتنقص اذا بعد عنها

وقد وجدنا ان الكثافة تتبع تقدما هندسيا اذا تبعت اعماق الطبقات تقدما حسابيا

وهذه الخاصية النفيسة التي توجد في السوايل المرنة تكفي في تحديد قانون نقصان كثافات سايل مرن مطلقا بواسطة ملحوظ فقط وكذلك في ارتفاع عمود السايل من ابتداء النقط التي تلاحظ منها

فعلى ذلك اذا عرفنا ثقل السايل بارتفاعات متنوعة فنستخرج منه الارتفاع الذي يخص كل ثقل جديد

وأما من جهة الهواء الكروى فان البارومتر تبين لنا ثقل عمود الهوا الذي تحمله هذه الآلة

فحينئذ اذا صعد الانسان على خط منتصب بان يقيس الارتفاع الذي يصعده و يلاحظ ارتفاعات البارومتر على كل نقطة فانه يعرف درجات تنقيص كثافات الكرة الهوائية وبالجملة يمكنه حساب ارتفاع الكرة الكلى

وعند ما نحصل على هذه المعرفة يسهل علينا صناعة القياس الذي يحدد في الارتفاعات الافقية المفروضة فوق التسوية المعلومة الارتفاع الذي يصعده الزيبق في البارومتر

و يكفي في قياس الابعاد المنتصبة المفروضة فوق أو تحت التسوية المأخوذة قاعدة كوننا نلاحظ مع الاهتمام التام ارتفاع البارومتر على نهاية هذه المسافة فبهذه الطريقة يمكن لنا تحديد سمك المعادن وارتفاع الجبال مع الضبط سواء كان بالنسبة لمساواة بعض السهول المأخوذة قاعدة محلية او بالنسبة لمساواة البحر المأخوذة قاعدة عامة

ونسب الى پاسكال اول استعمال ملاحظة البارومتر في السهول وعلى الجبال لمعرفة اختلاف كثافة الهواء على اختلاف أنواع الارتفاع وهو انه جعل صهره بريه يستعمل هذه الملاحظة في جبل پيدودوم وبعد مضى مائة وخمسين سنة قاس مسيو راموند الطبيعي ارتفاع جبال پيدودوم وجبال پيرينيه بالملاحظات البارومترية مع غاية الصحة

ولنقتصر الآن على هذه النتائج العظيمة المتعلقة بالعلوم الطبيعية التى ظهرت لنا بطريقة الحساب وكان ثقل الهواء مجهولا بالكلية من منذ ثلاثة قرون ولا يعرفه أحد وأما الآن فقد صار معلوما بل صار محددا مع الاحكام التام فى جميع تنوعاته الصغيرة على المحلات المهمة من الارض و بين لنا قياس هذا الثقل تغيرات الاعتدال الكبيرة فى زمن الصحو وفى المطر والعواصف وغالبا فى ارتجاجات الارض وبهذا الثقل تعرف البحارة والسياحين تدارك القرطونات وسكونها وبذلك يحافظون على انفسهم من الهلاك و يتداركون الاخطار بحيث يكونون فى امن منها وبالجملة فهذا الثقل يصير عند الميكانيكين والمهندسين قاعدة قياسها معلوم الطول كالتوازو القدم والمتر التى يستعملونها بدون عمليات فى تحديد الارتفاعات المماثلة من المحلات المتفرقة من الارض بموانع صعبة جدا أو مسافات بعيدة فلذا كان انضمام حساب الهندسة والميكانيكة يعطى لقريحة الانسان معرفة اصول الطبيعة بالتدريج

ومتى لزم الامر لعمارة تلك الآلات فى المحلات الواطية جدا كعمق بعض المعادن أو فى المحلات الكثيرة الارتفاع كما نجد ذلك فى وسط البر الاكبر وكانت السوايل المرنة تدخل كالعوامل فى هذه الآلات فاننا نرتكب اكبر خطاء عند مقابلة هذه الآلات اذا لم نعتبر اختلاف كثافة الهواء الناشئ عن اختلاف ارتفاعات المحلات المتنوعة

و بذلك نرى ان الانضغاط العادى الواقع من الكرة الهوائية يصير لنتيجة بعض الآلات آحادا للقياس فيقال مثلا ان الآلة الفلانية تحدث ضغط ١ و٢ و٣ و٤ من الانضغاطات الهوائية بالنظر الى كون هذا الضغط يعادل عمودا من الزيبق المساوى الى ضعف أو ثلث أو ربع أو خمس العمود الذى يعادل ضغط الكرة الهوائية

واذا نومنا الى عشرة أمتار ارتفاع عمود الماء المساوى لضغط الكرة الهوائية المتوسط فيصير هذا الضغط كيلوغراما بسنتيمتر من السطح المضغوط وبالجملة اذا كان السطح قابلا لضغط ٢ و ٣ و ٤ من الانضغاطات الهوائية فيحمل

كل سنتيمتر مربع من هـذا السطح ٢ر٣ و ٤ كيلوغرام من الضغط ونرى في الملاحظات البارومترية المعـدة لقياس الارتفاعات مع الاحكام انه يلزم اعتبـار تغـيرات الترمومتر (اى ميزان الحرارة والبرودة) والى الآن لم نذكر سوى سايل سـيال بمفرده وبقي علينا الكلام على سايلين سـيالين يختلفان في الثقل الخـاص فلاجل بيان ذلك نقول ان الاثقل من هذين السايلين يوضع في الجزء الاسفـل طبعا والاخف منهـما يعلو فوقه ويكون افتراقهـما معينا بطبقة أفقية في جميع نقطتها

ولنأخذ لذلك مثلا اختـلاط الهواء الجوي مع غاز الحمض الكربونيكي فنقول ان غاز الحمضي الكربونيكي هو السايل السيال الذي يتصاعد الى فواقع عديدة في سكبنافيه عـدة موايع كالنبيذ ذي الرغوة وكنبيذ الشنبانيا والبوظة وكبعض المياه المعدنية ويستخرج هذا الغاز ايضا من الطباشـير ومن كثير من الجواهر المعدنية وهو أثقل من الهواء الجوي وبهـذا السبب متى انفصل فيوضع دائما تحت الهواء الجوي

ويعرف هذا الغاز مع السهولة حيث انه يقتل الحيوانات التي تشمه ويطفيء الشموع التي توضع فيه

ويوجد عدة مغارات كغارة الكلب المشهورة بقرب نابل تحتوي على كمية من الغـاز الكربونيكي فاذا وقف الانسان مستقيما فيها فانه يرتفع فوق طبقة التسوية التي تفرق هذا الغاز من الهواء المعتاد ويتنفس بدون ضرر بل واذا كان معه شمعة فانها تنور كالعادة بدون مانع ولكن اذا نزل الشمعة بحيث تدخل في الطبقات السفلى الممتلئة بالغاز الكربونيكي فانها تنطفيء في الحال وكذلك اذا نزل هو بنفسه في هذه الطبقة فانه يغشى عليه في الحال ويحصل الاسفكسيا ومثل هذا التأثير يحصل للحيوانات ذوات الاربع القصيرة القامة التي لايمكنها التنفس فوق الطبقة السفلى من الحمض الغاز الكربونيكي وهذا بعينه هو الذي يحصل حقيقة في مغارة الكلب المسماة بهذا الاسم نظرا لهذا التأثير

وبالجملة فان السوايل السيالة تكون مع بعضها كالموايع العادية مختلفة

فى الثقل ويمكن تفريع هذه السوايل على مقتضى تلك القواعد وقد يعمل الكيماويون مثل هذه العمليات فى كل وقت من الاوقات بواسطة الدن الارو بنوماتيكى

ولنتكلم الآن على توازن الاجسام التى تعوم فى السوايل السيالة فنقول ان شروط التوازن والثبات تكون هنا مثل شروط توازن الاجسام التى تعوم فى السوايل العادية وثباتها أعنى انه يلزم (اولا) ان ثقل الجسم العوام يساوى ثقل هذا الغاز الحال هو محله (ثانيا) ان مركز ثقل الاجسام العوامة ومركز ثقل الغاز المستعوض يكون على خط واحد منتصب وبالجملة يلزم لاجل الثبات أن يكون مركز ثقل الجسم العوام تحت هذه النقطة المشهورة المسماة بنقطة تحت المركز

والى الآن لم نعرف اى جسم من الاجسام الصلبة يكون أخف بنفسه من الهواء الكروى ولكن اذا حصرنا غازا آخر اخف من الهواء فى ملف صلب فيتكون عن الجميع جسم أخف من الهواء العادى وهذا ما يسمى بقبة الهواء

ومتى كانت القبة الهوائية اخف من الهواء الكروى على سطح الارض فانها ترتفع الى النقطة التى يكون فيها لطبقة الهواء المستعوضة ثقل كثقلها فحينئذ تسكن القبة متى كان مركز ثقلها متناسب الوضع ولننظر كيف صارت شروط التوازن والثبات فى صناعة القباب المعتادة فنقول

ان الطريقة فى صناعة هذه القباب هى كوننا ننفخ ملفا من الحرير المصمغ بأخف الغازات وهو الغاز الادروجينى (اى اصل الماء) وبهذه الكيفية نصنع كرة ا شكل ٤ ونلفها فى الخيط الذى يتعلق بأسفله القارب الذى تقعد فيه الناس الذين يريدون الصعود فى القبة فبناء على ذلك اذا كان ثقل هذه القبة أقل من ثقل الهواء المستعوض فانها ترتفع وحيث كانت منتظمة بالنظر الى محور منتصب فانها تصعد صعودا عموديا وحيث كان ثقل القارب والناس الذين يصعدون فيه عظيما بالنسبة لثقل الغاز الادروجينى

فيكون مركز ثقل القبة قريبا من القارب فى نقطة غ بخلاف ثقل الهواء المستعوض فانه يكون فى نقطة م قريبا من مركز كرة اب الذى هو ث ونعرف انه متى كان القارب مائلا يسيرا جهة الشمال مثلا فان خط ث ه العامودى شكل ٥ يبين لنا القوة التى تدفع القبة من أسفل الى أعلا وخط غ ف يبين لنا القوة التى تدفعها من أعلا الى أسفل وكل من هاتين القوتين يميل الى اعتدال القبة وبذلك يحصل الثبات

فلذا كلما ارتفعت القبة الطيارة فى الهواء كلما يحصل لها توازن من اليمين والشمال على حسب الرياح أو حركة القبة فانها تستعد الى أخذ التوازن دائما

ومتى أراد الانسان الصعود فى الجو خلف توازن القبة الهوائية فانه يرمى من قارب القبة جزأ من الصابورة الموضوعة فيه واذا أراد النزول فيخرج جزأ من الغاز الذى فى هذه القبة ومعرفة هذين التأثيرين سهلة

وقد استعمل مسيو جيليوسالك ومسيو بيوت القبة الهوائية فى قياس اعتدال الهواء وكثافته على ارتفاعات كبيرة جدا بواسطة الترمومتر والبارومتر

وقد استعملوا فى ابتداء تعصب الفرنساوية هذه القبة لتحديد حركات جيوش الاعداء ومواضعها بأن يلاحظوها من قارب القبة بآلات محكمة ويلقون فى جميع المحلات تذاكر صغيرة تشتمل على الاخبار اليومية لكى يبينوا جميع تلك المواضع والحركات

ولنتكلم الآن على الطلومبات فنقول ان هذه الطلومبات الات تستعمل لرفع السوايل أو الغازات بقوة الجذب أو بقوة الدفع ولنتكلم اولا على الطلومبات المستعملة فى رفع السوايل ثم نبحث عن الطلومبات المستعملة فى تحريك الغاز وكل طلومبة من هذه الطلومبات كناية عن اسطوانة مقعرة تنزل بأسفلها فى السايل المراد رفعه والاسطوانة القصيرة الممتلئة التى تسمى بالمكباس تتعلق مع الضبط فى جزء هذه الاسطوانة المسمى بجسم الطلومبة

ويمكن للقضيب المثبت فى المكباس أن يرفعه وينزله مهما أراد وبالجملة يظهر لنا المكباس فتحة تفتح وتغلق بحركة الغطاء المسمى باللولب الصغير الصمام

ومتى فتحت السدادة فان جزءى الاسطوانة المنفصلين بالمكباس يتصلان ببعضهما واذا غلقت فانهما يفترقان عن بعضهما بالكلية بالمكباس وهذه التنبيهات الاولية تكفى فى بيان حركة الطلومبات على السوايل

وقد يؤثر الثقل الجوى فى الاجسام الموضوعة على سطح الارض ضغطا مساويا تقريبا للثقل الذى تحمله هذه الاجسام اذا قطع عنها على حين غفلة الهواء الجوى واستعوض بعمود من الماء قدر ارتفاعه عشرة أمتار وثلث $10\ \frac{1}{3}$

واذا كان جسم الطلومبة غاطسا بفمه الاسفل فى سايل من السوايل وفرضنا ان المكباس يمس اولا سطح هذا السايل لاجل السهولة فما الذى يحصل اذا رفعنا هذا المكباس بقوة واقعة على قضيبه

واذا سكن السايل فيتكون فراغ كامل بين المكباس وهذا السايل فلذلك لا يمكن لاى ضغط فى داخل الاسطوانة أن يجرى زيادة على جزء السايل ولكن يكون الجزء الذى يوجد خارج الاسطوانة عرضة للانضغاطات الجوية على مقتضى قوانين التوازن التى وضحناها سابقا وبناء على ذلك يلزم أن يرتفع السايل فى الاسطوانة بالتدريج شيأ فشيأ الى أن يكون فيها على ارتفاع مساو لضغط الكرة الجوية واذا فرضنا ان الامر محتاج لرفع الماء ولاحظنا بالبارومتر التى بها عمود من الماء ارتفاع هذا العامود وقت تحريك الطلومبة التى نستعملها فان الماء الذى يرتفع فى الاسطوانة لم يكن متوازيا مع الانضغاط الجوى الا اذا ارتفع الى ارتفاع مساو لهذا العامود أعنى يساوى تقريبا $\frac{1}{3}\ 10$ أمتار واذا أردنا أن نرفع سايلا آخر أخف من الماء كالزيت مثلا ينبغى لهذا السايل لكى يكون متوازنا مع ضغط الكرة الظاهر ان يكون اعلا منه ويصعد ارتفاع عموده الكلى فى البارومتر الملاحظة فى ذلك الوقت

واذا

واذا استعملنا الطولمبه في رفع سايل اخر اثقل من الماء كالزيبق مثلا فانه يرتفع قليلا في الاسطوانة ولم يبلغ عمود هذا السايل المعدني سوى ٧٦ سنتيمترا من الارتفاع وذلك اذا كنا على ارتفاع تسوية البحر باعتدال مثل اعتدال الثلج الذائب

وعلى مقتضى ذلك يظهر اننا اذا رفعنا المكباس الى أعلا فان السايل يتبع حركته الى حد معلوم يتعلق بالثقل الخاص للسايل ولكن مهما كان الارتفاع الذى يصعده المكباس خلف هذا الحد فانه لا يمكن للسايل أن يبلغ نهايته في الارتفاع بل انه يمكث ساكنا وهذا هو الحد الذى يمكن تحصيله من حركة الطولمبة التى لا تستعمل الا بالجذب ولهذه الطريقة تسمى بالطولمبة الجاذبة

وقد عرفنا استعمال الطولمبة الجاذبة من منذ عدة قرون من غير أن نعرف صحة نتائجها ومنافعها وكانوا يفرضون بالزعم ان الطبيعة تبغض الفراغ فلهذا كانت السوايل ترتفع في جسم الطولمبة متى صعد المكباس فيها لكى تملأ هذا الفراغ ولكن كيف كانت الطبيعة تبغض الفراغ اذا كان ارتفاع هذا الفراغ في الطلومبات المائية قدر $10\frac{1}{3}$ أمتار وكيف تزول هذه الكراهة اذا تجاوز $10\frac{1}{3}$ أمتار وكيف كانت الطبيعة ايضا لا تبغض الفراغ الا اذا لم يكن له اكثر من ٧٦ سنتيمترا من الارتفاع في الطولمبات الزيبقية وكيف تنقطع هذه الكراهية اذا تجاوز الفراغ ٧٦ سنتيمترا من الارتفاع فكل هذا يعد من ضلالات علم الطبيعة القديمة ومن حالة الجهل التى كان يوجد فيها هذا الجزء من الميكانيكة حتى انهم كانوا لا يعرفون وقتئذ للهواء الكروى ثقلا يجذبه مع القوة والشدة كما كان الثقل الخاص يجذب الاجسام الثقيلة كالحديد والرصاص وأما الآن فضلا عن كونهم يعرفون أن الهواء جسم ثقيل فقط صارت معرفة ثقل هذا الهواء مطمح نظر العامة في كل وقت وحين وكذلك صارت الناس الذين لم يكونوا كاملين في المعارف يعرفون الآلة التى تستعمل لقياس هذا الثقل ويزيدون عليها الآن عدة حوادث

تتعلق بتغير الايام وتقلب الفصول

وقد استعملوا من ابتداء بعض السنين كثيرا من تلك الحوادث وأخذوا الضغط الذى يحدثه الهواء الكروى وحدة لقياس الانضغاطات الكبيرة الحاصلة فى الآلات البخارية وحيث انناذكرنا ذلك فيما تقدم حسبنا هذه الانضغاطات وعبرنا عنها برقم ١ و ٢ و ٣ و ٤ من الانضغاطات الجوية حتى ان الشغال الذى كان يدير نار الآلة الكبيرة الضغط والشخص المنوط بتنظيفها وازالة أوساخها يعرف على اى درجة من الهواء الجوى يرتفع ضغط هذه الآلة مع انه قبل ذلك بثلاثة قرون كان أعظم الفلاسفة لايعرف شيأ من ذلك فبتقدم العلوم انتقلت المعارف من الرتب العليا الى الرتب السفلى واتسعت دائرة المعارف عند جميع الملل وصارت وسايط الانسان تزداد مع ازدياد معارفه وصارت تنشر المعرفة الغزيرة منافع جديدة على الدوام وهاك بعض تفاصيل تخص الطولمبات الجاذبة من أجزاء العملية مثلا عوضا عن كوننا لانستعمل (لوحة ٥ شكل ٦) الاسطوانة متحدة الغلظ فى جميع جهاتها وجدنا من الوفر تنقيص قطرها جزء اا الاسفل الذى لاينبغى للمكابس أن يتحرك فيه ويسمى هذا الجزء الضيق بقصبة الجذب وأما الجزء الاعلا الذى هو ب ب العريض الذى يتحرك فيه المكباس فيسمى بجسم الطولمبة الحقيقى

وقد تكون قصبة الجذب متسعة من أسفلها فى نقطة هـ لكى يسهل على الماء الظاهر الدخول وقد اهتموا غاية الاهتمام فى فتح هذا المدخل بلوح من حديد منقوب عدة ثقوب لكى يمنع القاذورات أو الاجسام الصلبة التى تكون فى ماء الحوض خوفا من أن تصعد فى قصبة الجذب وتسد سدادتى ض ض وقد تكون الاسطوانتان محززتين بصمامى ث ث ومحصورتين بالبريمات أو بخروق البريمات ويكونان مفترقتين بجسم قابل للضغط كالجلد لكى يسدا مع الاحكام الخلالات الصغيرة التى توجد بين الاجزاء الصلبة الموجودة فى القبتين

وقد تكون سدداة ض مجزّرة في حاجز مستو على ارتفاع اجتماع جسم الطولمبة مع قصبة الجذب ويكون مكباس ح ملفوفا بقطع من الجلد بحيث ينطبق انطباقا محكما مهما أمكن بقليل من الاحتكاك على جسم الطولمبة بخلاف ما اذا كان المكباس من خشب فقط ويستعملون في بعض الطولمبات مكابيس من نحاس

وقد تكون الفتحة داخل المكباس قليلة العرض بقدر ما يكون المكباس قليل الحجم وبناء على ذلك يكون قطر هذه الفتحة أصغر من قطر جسم الطولمبة لكن متى أرتفعت السدادة يعني انها لا ترفع الا بقدر النصف فيكون اتساع الفتحة ضيقا ايضا فلذا كان عمود الماء الذي يشق المكباس أصغر من عمود جسم الطولمبة المائية

وبالجملة يمكن لنا ان نعطي لقصبة الجذب قطرا اصغر من قطر جسم الطولمبة من غير أن يكون الماء المرفوع مجبورا على تقدم سرعته عند مروره في المكباس

واذا اردنا تحريك الآلة الان فنقول انه ينبغي لنا اولا ان نفرض بان المكباس يكون في نقطته السفلى وفي حالة السكون فحينئذ تكون السدادات مغلوقة بنفس ثقلها الخاص فمن اجل ذلك تمد قضيب المكباس من أسفل الى اعلا لكي نرفع هذا المكباس فعند ذلك يصعد الماء في قصبة الجذب اذا كانت هذه القصبة ممتلأة قبل اذن بالهواء و يصعد الماء بحيث يجبر الهواء على ان لا يشغل سوى مسافة واحدة لكي لا يحصل منه سوى انضغاط مساو للانضغاط الذي كان يجريه سابقا و يوازن الانضغاط الظاهر الحاصل من الكرة الهوائية ولننزل المكباس الآن فنقول بمجرد ما يخرج الهواء الموضوع تحت هذا المكباس في جسم الطولمبة في وسط المكباس الذي يرفع السدادة فانه يخلص من كمية من الهواء تساوي سير المكباس

واذا رفعنا المكباس ونزلناه ثانيا فاننا نرفع بالتوالي عمود الماء وننقص كمية الهواء المنحصرة في قصبة الجذب وفي الجزء الاسفل من جسم الطولمبة وعند ما نخرج

الهواء المحصور فى هذه الاتساعات فيشق الماء المكباس الذى يرفع السدادات

وللطلومبة الجاذبة التى ذكرناها عيوب ينبغى بيانها اذ من المستحيل أن يكون اجتماع القصبات صحيحا جدا بحيث لا يمكن للهواء الخارجى الدخول فيه وقت الجذب فاذا لم يكن جلد المكباس طريا بالكلية فانه لا يتحد مع جسم الطلومبة ويمنع الهواء الذى يمر من جزء جسم الطلومبة الاعلى الى جزئه الاسفل وقوع الجذب وحصوله ويزداد هذا الضرر اذا لم تحرك الطلومبات دائما وتنشف الجلود بتأثير الحرارة الكبيرة فعلى ذلك يجب علينا قبل استعمال الطلومبة ان نصب جملة من الماء على المكباس بحيث يدخل هذا الماء فى جميع الجلود وينفخها

وفى وقت تحريك الطلومبة يصعد الماء المجذوب بسرعة ناشئة عن ضغط الهواء الكروى فعلى ذلك اذا تجاوزت سرعة المكباس سرعة السايل فيتكون فراغ بين السايل وهذا المكباس ويزداد هذا الفراغ فى كل جذبة ويزداد فى الآخر كثيرا حتى لا يمكن للمكباس عند نزوله الوصول الى عمود الماء فلهذا اذا اردنا نزح الماء مع سرعة كبيرة ينتهى الحال بأننا لا ننزح منه شيأ

وكلامنا الى الآن فيما اذا كان جسم الطلومبة وقصبة الجذب عمودين واما اذا كانا مايلين يلزم أن نحسب فى حساب الانضغاطات وفى جذب الماء الارتفاعات العمودية غير ان مدة صعود الماء وتحريك الطلومبة يزيدان كلما كانت قصبة الجذب وجسم الطلومبة مايلين زيادة

وقد توجب الحدود المنحصرة التى لا يمكن بدونها رفع المياه بواسطة الطلومبة الجاذبة استعمال الطلومبة الكابسة فى كثير من الاحوال

ولنتكلم الآن على الطلومبات الكابسة فنقول ان فى حركة الطلومبة الجاذبة التى تكلمنا عليها يكون جسم الطلومبة ومكابسها بالضرورة فوق سطح الماء المراد رفعه واما فى الطلومبة الكابسة البسيطة فيكون جسم الطلومبة والسدادات والمكباس تحت التسوية

واذا نزل المكباس مر الماء في وسط فتحة هذا المكباس وسدادته لكي يتساوى مع الماء الظاهر واذا صعد غلقت هذه السدادة وانضغط الماء الذي فوقه الى اعلا

وبالجملة فنتائج الطلومبة الجاذبة والطلومبة الكابسة تختلف عن بعضها اما الاولى فانها لا ترفع الماء اكثر من عشرة امتار ١/٣ ١٠ واما الثانية فانها ترفع الماء الى جميع الارتفاعات على حسب الارادة

وها طريقة عمل الطلومبة الكابسة البسيطة التي يكون في مكباسها فتحة فنقول لوحة ٥ شكل ٧ و ٨

ان المكباس فيها يشابه مكباس الطلومبة الجاذبة غير ان قصبته تكون من أسفل عوضا عن أن تكون من اعلى وقد يكون هذا القضيب مثبتا على عارضة البرواز السفلى المتحرك بقضيب عمودي مثبت على عارضته العليا

وتثبت على جسم طلومبة ث قصبة ارتفاع ب المنقاسة بالذراع بحيث يكون قضيب ت الاعلا على سمت محور جسم الطلومبة وقد يجتمع جسم الطلومبة وقصبة الجذب بواسطة حروف البريمات واللوالب باطواق تفرقها فريدتان من الجلد كما ذكرناه في وصف الطلومبات الجاذبة

و يلزم ان تكون سدادة س مثبتة في اعلا جسم الطلومبة فوق المكباس لا تحته كما في الطلومبة الجاذبة

وحيث كانت هذه السدادة تغلق متى نزل المكباس فان الماء المرفوع اكثر من هذه السدادة بواسطة الكبس لا يمكن نزوله ثانيا وانما كل ضربة من المكباس تنفذ منه شيأ فشيأ والكمية المرفوعة مع كل ضربة من المكباس تساوى الحجم المعبر عنه بمقطع جسم الطلومبة المساوى الارتفاع الذي يقطعه المكباس في كل مرة

ولكن الارتشاحات سواء كانت في وسط التحامات السدادات أو بين جسم الطلومبة والمكباس فانها تنقص هذه النتيجة نقصا بينا

وقد تكون المقاومات التي تحصل لحركة السائل قليلة كلما كبرت فتحات

السدادات بالنسبة لجسم الطلومبة

ولنتكلم على الطلومبة الكابسة البسيطة ذات المكباس الممتلئ (لوحة ٥ شكل ٩)

فنفرض ان فى جسم طلومبة ث العمودى يتحرك مكباس ح الممتلئ المتحرك بقضيب عمودى ونفرض ايضا ان قصبة م ن المنحنية تكون افقية فى نقطة م فى الجزء الذى ينفتح فى جسم الطلومبة وتكون عامودية من اعلى

وقد تمنع سدادة ض نزول الماء الذى يرتفع فى قصبة ن وتمنع سدادة س المثبتة فى أسفل جسم الطلومبة الماء المرفوع فى هذا الجسم عن النزول متى نزل المكباس

وقد تكون السدادتان والمكباس تحت تسوية الماء المراد رفعه (اولا) اذا ارتفع المكباس فالماء يرفع بالنسبة للضغط الكروى الظاهرى سدادة س ويدخل فى جسم الطلومبة وكذلك فى جزء م الافقى فحينئذ سدادة ض المضغوطة بالماء المجتمع فى ن وبثقل الهواء الكروى تغلق وتمنع الماء المرتفع فى ن من النزول ثانيا (ثانيا) اذا نزل مكباس ح فسدادة س تغلق بتأثير الانضغاط الحاصل من الماء المرتفع فى جسم الطلومبة ومن المكباس الكابس له بحيث ان الماء الذى لا يمكنه الخروج من سدادة س المضغوط بالمكباس يفتح سدادة ض ويرتفع فى انبوبة ن

وقد تساوى كمية الماء المرتفع بكل ضربة من ضربات المكباس بقطع النظر عن جميع الخسارات الناشئة عن اجزاء هذه الآلة حجم مقطع جسم الطلومبة وهذا المقطع يساوى الارتفاع الذى يقطعه المكباس فى كل ضربة كما فى الحالة السابقة

ولنتكلم الآن على الطلومبة الجاذبة الضاغطة (لوحة ٥ شكل ١٠) فنقول اننا اذا اخذنا هذه الآلة وركبناها فوق سطح الماء المراد رفعه واعتنينا بمد الجزء الاسفل من جسم الطلومبة بقصبة تنزل تحت هذا السطح فيتحصل

معنا

معنا الطلومبة الجاذبة الكابسة

ومتى صنعنا الانابيب واجسام الطلومبة من المعادن فاننا نعمل قصبة الجذب تارة من قطعة واحدة مفتوحة من أسفل وتارة من قطعتين يكون اسفلهما على شكل مخروط ناقص وتكون الالتحامات هنا كما في الاوصاف المتقدمة

وينبغي تنظيم حركة المكباس في الطلومبات الجاذبة الكابسة بحيث لا يسد هذا المكباس عند نزوله مجرى قصبة الجذب بالكلية لانه اذا لم يكن هنالك هواء بين المكباس وسدادة ... ربما صعد المكباس عند مس هذه السدادة فوق ثقل الضغط الجوى فلهذا يلزم أن نذكر التنبيه والتوضيح النفيس المنسوب الى مسيو بليدور حيث قال ان الطلومبة ربما وقفت دفعة واحدة من غير ان نعرف لذلك سببا ونحالها عدة مرات بدون ان نقف لها على عيب مطلقا ولا نشك في كونها عادمة الحركة

وذلك أن الطلومبة الجاذبة الكابسة لكي تكون كاملة يلزم انها لا تستدعي رفع المكباس قوة اكبر من القوة التي ينزل بها وبندر أن تكون الطلومبات متعادلة فلهذا اذا انزلنا طلومبتين متشابهتين يتحركان بحركة واحدة على التوالي فان احد المكباسين يصعد والآخر ينزل ويحصل هذا الترتيب مع الفائدة في الطلومبات الجارية

وقد تجنب طلومبة بليدور كالطلومبة المتقدمة (لوحة ٥ شكل ١١) ضرر الفراغ الواقع بين المكباس وسدادة الارتفاع لما ان قصبة الارتفاع عوضا عن أن تكون موضوعة في اسفل جسم الطلومبة كما في الطلومبة الجاذبة الكابسة المعتادة تكون منضمة الى الجزء الاعلى من جسم الطلومبة ويكون المكباس منقوبا بحيث يحصر مهما امكن مرور الماء وهو في المعادن وفيه في الغالب لولبان بمشابك

وقد يكون جسم الطلومبة مستورا بلوح من حديد السبعة معادن في وسطه طوق من هذا المعدن وفي وسط هذا الطوق يمر قضيب

المكباس
وهذا القضيب يمر فى وسط عدة لفات من الجلد مغطاة بحلقة ومضغوطة باللوالب
ثم ان منع الماء عن الخروج من ثقب القاعدة العليا من الاسطوانة التى يمر فيها قضيب المكباس يترتب عنه ضرر عظيم بنقص نتائج الطلومبة وعندما تتحرك هذه الآلة يوجد فيها فائدة عظيمة وهى أن يكون مكباسها بين مائين وبناء على ذلك لا يمكن للهواء الدخول فى جسم الطلومبة بهذا المكباس كما يحصل غالبا فى الطلومبات الجاذبة الكابسة المعتادة
ولنتكلم الآن على الطلومبات الجاذبة الكابسة ذات المكباس المنعكس فنقول ان جسم الطلومبة يكون مفتوحا من أسفله ويتحرك فيها المكباس من اسفل وتؤدى الانبوبة الجانبية الماء للطلومبة وتكون سدادة الجذب موضوعة على الحاجز الذى يضم جسم الطلومبة الى الحوض وهذه الآلة اصعب من الآلة التى يكون فيها المكباس مستقيما لما انها تحتاج الى برواز من الحديد الملصوق على قضيب المكباس لكى يحركه ولا يسوغ لنا أن نرجح هذه الآلة على الآلات التى عرفناها انفا
وفى جميع الطلومبات المتنوعة التى ذكرناها لا يمكن خروج الماء من اعلا الانبوبة الصاعدة الا بمسافات مدة احدى حركات المكباس المتوالية مثلا الطلومبات الجاذبة البسيطة يتفرغ ماؤها حتى يرتفع المكباس وينقطع انصباب الماء بمجرد نزول هذا المكباس ومثل ذلك فى الطلومبات الكابسة البسيطة والطلومبات الجاذبة الكابسة التى يتحرك مكباسها من أسفل الى اعلى وبعكس ذلك فى الطلومبات التى يتحرك فيها المكباس من اعلا الى أسفل فانها تحدث الانصباب متى نزل المكباس وتكون هذه التعاقبات مضرة فى كثير من الاحوال لما انها تطلب قوة محركة غير متساوية تزداد عند خروج الماء اكثر من وقوفه
ولجبر هذا الخلل وجدت ثلاث وسائط متنوعة (الاولى) ان نضع

فى الطلومبات آنية هوائية (الثانية) ان نضم جسمى الطلومبة او اكثر من ذلك الى القصبة الصاعدة (الثالثة) ان تحرك مكباسين فى جسم الطلومبة ولنتكلم على كل واحدة من هذه الثلاثة على الترتيب

الكلام على الطلومبات ذات الآنية الهوائية (لوحة ٥ شكل ١٢)

فنقول حرف ث هو جسم الطلومبة وحرف ر هو الآنية الهوائية المعلقة على جسم الطلومبة بواسطة اللوالب والبريمات وحرف ض هو السدادة التى تغلق مجرى هذه الآنية فى جسم الطلومبة وحرف ن هو قصبة الجذب التى تصب فى جسم الطلومبة وحرفا هـ هـ هما قصبة الارتفاع ولكل من هاتين القصبتين اللتين هما قصبة الارتفاع وقصبة الجذب سدادة تمنع الماء عن التأخر وحرف ح هو المكباس الكبير الذى يضغط الماء من أسفل الى اعلا بواسطة بروازمن الحديد

ولنوضح الآن الكلام على حركة الطلومبة المذكورة فنقول انه بعد عدة ضربات من المكباس يملأ الماء قصبة الجذب وجسم الطلومبة فاذن كلما ارتفع المكباس دخل الماء فى الآنية وضغط الهواء المنحصر فيها ويدخل جزء من الماء الداخل فى الآنية فى قصبة الارتفاع وعندما ينزل المكباس فضغط الماء يقفل سدادة الآنية والهواء المنحصر فيها يرفع الماء فى قصبة الارتفاع فحينئذ يصعد الماء فى قصبة الارتفاع متى صعد المكباس او نزل ومتى ارتفع المكباس فانه يضغط الماء مرتين فى زمن واحد فى القصبة الصاعدة فعلى ذلك يلزم ان تكون الفتحة التى يدخل منها الماء فى الآنية اكبر من الفتحة التى يدخل منها الماء فى القصبة الصاعدة

وتحتاج الصناعة فى كثير من الاحوال الى حركة مستمرة فى شغل الطلومبات فلذا صار استعمال الطلومبات ذات الآنية الهوائية من الامور المهمة وليس الغرض من الهواء فى هذه الطلومبات ازدياد القوة المحركة بل الغرض منه تنظيم حركاتها فقط وبالجملة قد اخطأ من اعتقد صحة تساوى ارتفاع الماء فى الطلومبات ذات الآنية الهوائية حيث ان ارتفاع الماء يبلغ

فى بعض الاوقات نهايته الكبرى كما يحصل فى الاوقات التى يكون فيها هواء الآنية مضغوطا جدا فبناء على ذلك يحتاج لقوة عظيمة فى رفع الماء ثانيا

ولنتكلم الآن على تركيب جسم الطلومبات المنضمة الى قصبة ارتفاع واحدة فنقول انا نرى فى (شكل ١٣ لوحة ٥) جسمى الطلومبة الكابسة المعبر عنه بحرفى م ن المثبتين بحسب الآلة المعتادة على قصبة ت المفلوقة المسماة بلغة العامة بالسراويل لمشابهتها لهذا النوع من الملبوسات وحرف ه يعبر عنه بقصبة الارتفاع ويكون جسما الطلومبة متوازيين بحيث يرتفع احد المكباسين اذا نزل الآخر وبالجملة يوجد على الدوام ماء مضغوط جهة الاعلى ويخرج دائما من الجزء الاعلى من قصبة الارتفاع

وفى بعض الاوقات عوضا عن ان يكون جسما الطلومبة بحذاء بعضهما يكون احدهما فوق الآخر ويكونان مثبتين بقضبان على عارضتى برواز من الحديد

ولنتكلم على طلومبة تروكتيك (لوحة ٥ شكل ١٤) فنقول ان حرف ح هو فى هذه الآلة جسم الطلومبة الاصلى و ح هو جسم الطلومبة الثانى وقطره اصغر من الاول وتنضم قضبان المكابيس المتحركة فى جسمى الطلومبة فى نقطة غ غَ بواسطة عوارض ويكون مكباس جسم الطلومبة الاكبر ذو الواب والآخر ممتلئ ومتى صعدت المكابس يرتفع الماء الاسفل المتضاعف المجذوب ويضغط المكباس الاكبر الماء الذى مرّ فيه قبل اذ ومتى نزلت تلك المكابس يلزم أن يرتفع ماء جسم الطلومبة الاصغر فى المكباس الاكبر وبناء على ذلك يلزم أن يرتفع الماء فى جميع الاحوال على الدوام

ويستعملون فى جانب السفن الكبيرة الطلومبات المتضاعفة المكباس التى ذكر تفصيلها فى لوحة ٦ شكل ١ و ٢ و ٣ ا ـ ه د ه ف ح ويدل كل من شكل ١ و ٢ على ارتفاع جسم الطلومبة الذى يظهر من جهتين على شكل الزاوية القائمة وتدل سدادة ص (شكل ١) على ما يسمى

بالبسطة (اى قياس الموائع) التى يمكن رفعها وهى مثقوبة ومغطاة بسدادتين مستديرتين نصف استدارة وحرفا ح خ هما المكباسان و يمر قضيب المكباس الاسفل فى وسط المكباس الاعلى فى فتحة مستديرة تتعشق مع هذا القضيب وتحرك ملوى م م عمود ا الذى يحمل زواية عارضة ت التى على طرفها و يثبت طرف قضيب المكباسين بواسطة حلقة واذا اعطينا الى الملوى حركة الذهاب والاياب فيرتفع احد ذراعى العارضة متى نزل الآخر و بناء على ذلك ينزل احد المكباسين متى ارتفع الآخر وذلك كله فى حركة الطلومبة ذات المكباس المتضاعف

ويدل شكل ٣ على مقطع المكباسين بقياس كبير جدا واشكال ا و ب و ث و ى تدل على بسطة ض المذكورة (فى شكل ا) ويدل ا على المقطع الرأسى المصنوع بمحور البسطة و ب تدل على الرسامة الافقية التى فوق البسطة و ث تدل على قطعة البسطة الحاملة للسدادات و ى تدل على نفس هذه القطعة الموجود فيها لولبان واشكال هـ و ف و ح تبين لنا تفاصيل المكباس فحرف هـ هو الجزء المتوسط الذى يستعمل لحفظ الجلد و ف هو الجزء الاعلا من المكباس الحامل للسدادتين و ح هو الجزء الاسفل من المكباس

وفى اسفل جسم الطلومبة كما هو مذكور (فى شكل ١ و ٢) تعلق قصبة الجذب وبمجرد ما يرتفع الماء فانه يخرج من فتحة و المستديرة شكل ١ و ٢ ومن المعلوم ان هذه الطلومبة وان كانت تقتضى الاهتمام التام فى عملها الا انها تحدث نتائج عظيمة

وشكل ٦ لوحة ٦ يدل على الطلومبة الجاذبة ذات المكباس الدوار مع محور افقى ينسب لبراماه وجسم الطلومبة هو كناية عن اسطوانة مستديرة يكون محورها افقيا وقاعدتا الاسطوانة تكون من الالواح المعدنية الداخلة فى الاطراف على محيط الاسطوانة وبين مجموع قواعد الاسطوانات ونفس الاسطوانات يوجد دوائر من الجلد لمنع ممر الماء والهواء وقد يتكون

مكباس ح حَ الدوّار من الجناحين المثبتين على المحور فوق كل منهما سدادة و يكون حاجز ض الافقى معينا لفصل الجزء الشمالى من الجزء اليمينى فى الاسطوانة تحت المكباس و بناء على ذلك اذا رفعنا ونزلنا على التعاقب يمين المكباس وشماله اعنى اذا نزل يمين ح فان سدادة هذه الجهة ترتفع وتغلق من الجهة المقابلة بضغط السايل الداخل فى الجزء الاعلى و ينتقل السايل الذى جهة حَ فى جزء ش الاعلى و بعد ذلك اذا دورنا المكباس بالعكس فسدادة حَ تفتح وسدادة ح تغلق بعكس ما تقدم و يرتفع الماء المرفوع بقصبة رأسيه

ويبين لنا كل من شكل ٤ و ٥ استعمال الطلومبة المتقدمة كاستعمال طلومبة الحريق التى يتحرك فيها المكباس بعلوى م م المتضاعفة التى يرفعها الانسان و ينزلها مهما اراد وتكون الطلومبة موضوعة على احد طرفى برميل الماء ويكون الطرف الآخر ممتلأ بالماء الذى تشتغل به الطلومبة ونرى مخزنا من الهواء معبرا عنه بحرف ر موضوعا فوق الاسطوانة يستعمل فى دوام حركة الطلومبة ويكون البرميل المجهز بملقاته محمولا على عربة ذات اربع عجلات

وقد تصنع طريقة الاسعافات اللازمة للحريق فى بلاد انكلترة باهتمام مخصوص بمعنى ان لها اناسا منوطين بها ارباب امانة بحيث يكون معهم الطلومبات ولوازمها محمولة على عربات ومجرورة بخيول معدة لذلك

و يوجد فى الانابيب المستعملة لتوصيل المياه بمدينة لوندرة انابيب صغيرة رأسيه ترتفع الى سمت البلاط الذى تغلق فيه هذه الانابيب بغطاء ذى لولب يرفع على حسب الارادة و يوجد بريمة منقوبة فى نهاية انبوبة الجلد الداخلة فى الحوض على رأس الانبوبة فى محل الغطاء و ينزل الماء بكثرة بواسطة هذه الانبوبة الموضوعة وهذه أعظم طريقة تستعمل لجلب المياه اللازمة لاطفاء الحريق و يجتنبون فى بلاد انكلترة غالبا الشغل البطىء الصعب الذى يقتضى كثيرا من الناس وعادة يعمل هذا الشغل فى بلاد فرانسا بواسطة الدلاء

التى تنقل من يد الى اخرى

وتتركب جميع الطلومبات المعتادة التى تستعملها الانكليز لاطفاء الحريق من جسمى طلومبة ومن حوض واحد وتكون هذه الثلاثة اسطوانية موضوعة على قاعدة افقية على شكل قائم الزوايا وتحرك آلة الملوى الرافعة التى يحمل ذراعاها قوس الدائرة مع سلسلة مزدوجة معلقة فى نقطتى قضيب المكباس لكى ترفع المكابس التى تتحرك فى جسمى الطلومبة وتنزلها بالتعاقب

وقد يمر الماء اللازم الاتى من الانبوبة التى ذكرناها انفا فى موصل فى وسط لوح مستطيل يستعمل مسند الجسم الطلومبة و يفرغ فى الجزء الاسفل من جسمى الطلومبة ومن هذا الجزء ينضغط فى الاسطوانة التى يتكون عنها الآنية الهوائية وقد تنتهى الانبوبة الرأسية التى تصل الى الجزء الاسفل من الاسطوانة وتشق من اعلاغطاء على شكل الطيلسان الكروى من هذه الاسطوانة بذراع وتأخذ شكلا مخروطا و يمكن اتجاه هذا المخروط وتحويله على حسب الارادة وقد ينفذ الماء المضغوط بالطلومبة من فتحة فى رأس هذا المخروط و يرتفع فى جميع المحلات المختلفة التى نريد توصيل المياه اليها المعينة لاطفاء الحريق ومتى ضغط الماء المرفوع فى جسمى الطلومبة وقت مروره فى الحوض فانه يرتفع فوق الجزء الاسفل من انبوبة البخ و يضغط عند ارتفاعه الهواء الذى يوجد فى الجزء الاعلا من الحوض ومتى كان هذا الهواء مضغوطا فانه يدفع بمرونته خرير ماء الطلومبة و يصيره مستمرا وتكون الآلة التى ذكرناها آنفا منقولة على عربانة مع صندوق أو حوض يكون ممتلأ وقت الاحتياج بالماء فالدلاء التى تنقل من يد الى اخرى فى اطراف المدينة التى يوجد فيها او بالقرب منها انابيب مثل الانابيب التى ذكرناها

ثم ان طلومبات الحريق التى توجد فى بلاد الانكليز تستحق ان تكون ممتازة عن غيرها بتطبيق قوة الناس على حركة الآلة وسبب ذلك ان المحور الافقى يمر فى وسط الرافعة التى توصل حركتها المتوالية مكباسى جسم الطلومبة ولكى تحرك هذا العمود تعلق فيه دائرة يكون ضلعاها الطويلان موازيين للمحور

على هيئة مماسك ونضع رجلين او ثلاثة فى كل جهة يحركون هذه المماسك وزيادة على ذلك نضع رافعتين صغيرتين فى طرفى العمود ينتهى كل منهما بقوس الدائرة مثل الرافعة الاصلية المستعملة لتحريك مكابس جسم الطلومبة بالتعاقب ونضع على الجزء الاعلى من قوس الدائرة سلسلة صغيرة يعلق فى طرفها كرسى افقى موازن للمماسك وتكون العساكر المنوطة باطفاء الحريق ماكثة فى وسط المحور متكئين بارجلهم على الكرسى من جهة اليمين والشمال ويحملون بالتعاقب ثقل جسمهم على احد الكراسى وهذا ما يزيد فى تأثير الآلة وهذه الطريقة فى استعمال قوة الانسان تظهر انها من اعظم الطرق المشهورة ثم ان الآلة باسرها تكون مركبة على اربع عجلات قصيرة وتنقل من المخزن الى محل الحريق فى عربانة فيها سطح مايل به ترتفع وتنزل لوازم الطلومبة وحصان واحد يكفى فى جر هذه العربانة

وللطلومبات الانكليزية مزايا على الطلومبات الفرنساوية المستعملة لاطفاء الحريق يجب التنبيه عليها وهو ان عمل الشغالة لا يمتد فى كونه يرفع بالتعاقب الآلة من جهة او من جهة اخرى ولا يحركها بقوة شديدة ولا ما يضر بحفظها وثقل الشغالة الراكبين على حصان فوق المحور يساعد على ثبات الآلة وينقص المجهودات التى تميل الآلة من جهة الى اخرى ولنزد على ذلك ان السير الذى يتبعه الماء المضغوط يكون مستقيما وبالجملة يحصل له فى سرعته قليل من الخسارة

ولنتكلم على الطلومبة الهوائية اى آلة الجذب الهوائية فنقول انها تتركب من اسطوانتين رأسيتين قطرهما واحد يتحرك مكابسهما بالجذب ويكون قضيب كل واحد من هذين المكابسين مستندا داخلا فى قوس من الدائرة ومثبتا على طرف الرافعة المتحركة بالملوى وتكون نقطة مسنده فى وسط المسافة التى تفرق الاسطوانتين ومن اسفل كل اسطوانة تخرج انبوبة التوصيل التى تصب فى كفة افقية وتغطى هذه الكفة بقبة من زجاج تسمى بالآنية والدهن الذى يحيطون به اسفل القبة على الكفة يمنع المرور بين الهواء الداخلى والخارجى

واذا اشغلنا الطلومبات بجذب الهواء الموجود تحت الآنية فاننا ننقص شيأ فشيأ كمية هذا الهواء ونفرغه وهذا ما يسمى عمل الفراغ مجازا والبارومتر الموضوعة تحت الآنية تبين لنا بارتفاع عمود الزيبق الانضغاط الذى يحصل من الهواء سواء كان قليل البسط او كثيره

(الدرس الحادى عشر)

ولنتكلم الآن على قوة الريح وآلات تجديد الهواء والملاحة وعلى طواحين الهواء فنقول

ان قوة الهواء يظهر تأثيرها على جميع نقط الكرة فى كل وقت حيث انه لا يسكن فى أى محل الا لحظات قليلة وبقليل اضطراب من الجو اذا كان هناك مانع تحدث قوة يتولد عنها بعض حوادث طبيعية قليلة او كثيرة تارة تكون نافعة لاشغال الصناعة وتارة تضر بها

وبالنظر لتأثير الرياح العام فى الطبيعة نجدها تحدث نتائج عظيمة وذلك انها تنظف جميع المحلات من الابخرة الرديئة التى تجتمع فيها من العفونة وغيرها وتجلب فيها هواء جديدا نافعا للذوات الروحية اللازم لها هذا الهواء لاجل التنفس

وينتفع الانسان من تغير الجو دائما حيث انه يجدد بالآلات الهواء الفاسد المجتمع فى عمق المراكب وبين قناطرها وقد يكون بعض هذه الآلات مصنوعا من اسطوانة من قماش مفتوحة الجزء الاعلا فتحا عموديا وتوجه الفتحة من الجهة التى يأتى منها الريح ولكى ينقاد الهواء الجوى الى القوة التى تطلبه فينزل فى الآلة وينتشر فى الخن وبين القناطر فيخرج منها الهواء الفاسد بالانفاس بتصاعد جملة من الاشياء القابلة للعفونة اى القابلة للتخمر وكلما كانت اخطار البحر لا تلجئ لسد فتحات السفينة كطاقات المدافع ونحوها فيلزم فتحها والآلات المعدة لتجديد الهواء هى التى تتلقى الهواء الجديد من جهة الريح وتخرج الهواء القديم الفاسد من الجهة المقابلة

ومن وقت ما عرفت طريقة تجديد الهواء فى المراكب والنظافة الدائمة

بقص عدد الامراض الناشئة عن الاسفار البحرية الطويلة نقصا بينا حتى ان عدة امراض مثل الاسكربوط فقدت بالكلية من المراكب

وتستعمل ايضا آلات تجديد الهواء فى عمق المعادن وفى السجن وسكنى الناس فى المحلات المقفولة على الدوام احد الاسباب للامراض المعدية مثل حميات السجن والتيفوس التى تنتشر فيما بعد بين العامة بطريقة مفزعة مهولة وفى الولايات التى تكون فيها قوانين صحة الانسان محترمة مراعى فيها الخواطر ولو فى حق المذنبين خصوصا المتهمين الذين لم يثبت عليهم شئ فان لهم ان يستعملوا جميع الوسايط لتجديد الهواء فى السجن على الدوام

ومن المهم ايضا تجديد هواء الاسبتاليات بطريقة صناعيه حيث ان الاحتراس لازم بالخصوص فيما اذا كانت جملة من المرضى مجتمعة فى محل واحد ففى الجزء الاعلا من الشبابيك تصنع منافذ صغيرة تمكث مفتوحة مدة الليل لكى تخرج منها الغازات المضرة التى هى اخف من الهواء الجوى وكذلك تفتح فى الالواح التى يوضع عليها الفرش فتحات صغيرة تخرج منها الغازات المضرة القاتلة التى هى اثقل من الهواء الجوى فبتأثير ثقلها الطبيعى تخرج من تلك المحلات وللفتحات التى تتركب من الاخشاب المتساوية الطول المايلة على حد سوى (المسماة بالملقف) فائدة عظيمة فى تحليل قوة الهواء وتوجيهها جهة الجزء الاعلا من الاماكن وتجديد الهواء فى المحلات التى تغلقها هذه الفتحات

ومن المستحسن استعمال جملة من الاشياء التى ذكرناها انفا لاجل تجديد هواء الجو فى محلات الملاعب وفى الجمعيات العامة والمحلات المعدة للمواسم والرقص ولسائر انواع الملاهى

وقد يتسبب عن كثرة الحريق فى هذه المحلات فقد الهواء الجوى فلذلك يلزم استعمال جميع الوسائط لاستعواض هذا الهواء الفاسد بسبب الحريق وتنفس جميع المتفرجين ولهذا الاستعواض فائدتان الاولى انه يعطى لكل شخص الهواء الصافى النافع للتنفس والثانية انه ينقص ارتفاع الحرارة فى آن واحد التى تزيد بكثرة الحريق والتنفس

ولم نترك هذا الغرض بدون ان نتكلم على آلة صغيرة لتجديد الهواء تعلق بعض الاوقات فى وسط لوح مربع من زجاج وهى كناية عن دائرة ثابتة تدور فى وسطها طارة تكون خطوطها مائلة مسطحة مثل اجنحة الطاحونة واياما كان اتجاه الريح فانه يضعف قوتها فى كل جناح من هذه الاجنحة المائلة ويدور الطارة بسرعة كبيرة على مقدار قوته ولا يمكن اجراء هذه الحركة بدون ان يمر الهواء فى وسط الاجنحة ويدخل فى المحل

واعظم الاستعمالات المهمة باتساعها وبعظم نتائجها فى المحل هى استعمال قوة الهواء فى الملاحة فاذا اعتبرنا مملكة الانكليز التى تستعمل ١٦٠٠٠٠ رجل فى ملاحتها التجارية و ٢٠,٠٠٠ رجل فى ملاحتها الجهادية الذى يكون مجموعهما ١٨٠٠٠٠ رجل بحارة من غير ان ندخل فى ذلك عدد الصيادين والمسافرين الصغار الذين يجاورون البرور فى السير فنرى ان كل واحد من ١٨٠٠٠٠ رجل يحدث بمساعدة الهواء ١٥٠٠٠ كيلوغرام مع انه لا يحدث بقوته سوى ٦٠ او ٧٠ كيلوغراما ولا يمكنه ان يجر على عربانة سوى ١٥٠ او ٢٠٠ كيلوغرام بالاكثر فاذن يكون فرق ٧٠ و ١٥٠ وفى الاكثر ٢٠٠ كيلوغرام الى ١٥٠٠٠ كيلوغرام هى القوة الزائدة على قوته بسبب الهواء ونجد ايضا ان قوة الهواء تضيف الى قوة ١٨٠٠٠٠ رجل بحارة القوة اللازمة لنقل ٢,٦٦٤,٠٠٠,٠٠٠ كيلوغرام الى المسافة المتوسطة المتعلقة بالسياحات التى تقطعها السفينة فى مدة سنة كاملة وهذه اعظم نتيجة من البارى (سبحانه وتعالى) على الملاحة فى مملكة واحدة ولكن من سوء بخت الفرنساوية لم يكن للتجارة والملاحة فى فرانسا تقدم كما فى بريطانيا الكبرى فبهذا لا يمكن لهم ان يستعيروا من الطبيعة مقدارا جسيما من القوة الطبيعية لاجل استعمالها فى نقل المحصولات التجارية وهذا تأخر عظيم فى الاصول وسبب مضر بعامة الاهالى وبقوة المملكة بالنسبة للمملكة الانكليز

وبعد ما بينت لكم فائدة تطبيق قوة الريح على الملاحة لواردت ان ابين لكم استعمال هذه القوة فى المراكب على اختلاف اشكالها تفصيلا على حسب تنوع القلوع والصوارى لقلت انه يلزم لتوضيح ذلك مجلد كامل يحتوى على جميع تلك التطبيقات وانما اكتفيت بان اعرفكم ان الملاحة بواسطة قوة الريح المتحركة فى اتجاه واحد يصلون بمعرفتهم الى التقدم وليس ذلك اتجاه الريح الطبيعى فقط بل انه يمكنهم التباعد على حسب معرفتهم عن هذا الاتجاه لكى يصنعوا معه زاوية صغيرة ثم زاوية حادة ثم زاوية قائمة ثم زاوية منفرجة وذلك لكى يصعدوا عن اصل الريح و يصنعوا مع اتجاه الريح زاوية اكبر من الزاوية القائمة ومتى صنعت السفينة مع اتجاه الريح الطبيعى الزاوية الكبرى وكذلك الزاوية الصغرى مع الاتجاه المخالف فيقال انها تسافر بقرب الريح اعنى انها تقرب من اصل الريح ما امكن

فبناء على ذلك اذا وضعنا سفينة فى اتجاه واحد مثل الخط المستقيم الممتد من وسط مؤخرها الى وسط مقدمها وكان المتقدم فى الاول فانها تتبع اتجاه الريح وتحول الشوارع عموديا على هذا الاتجاه واذا كانت تلك الشوارع منتظمة مثل السفينة بالنسبة الى السطح العمودى المار من وسط مؤخرها الى وسط مقدمها فلم يكن داع الى تحويل السفينة من اليمين اكثر من الشمال بالنسبة الى اتجاه الريح و بالجملة فانها تتبع نفس هذا الاتجاه وذلك هو السير المستقيم المسمى بالريح الخلفى

واذا افرضنا الآن تدوير الدفة بواسطة الجرار الى جهة ما ففى الحال تدور السفينة فى الجهة المخالفة وتأخذ طريقا مائلة تتعلق باتجاه الدفة و باتجاه الشوارع فلو كانت قوة الريح تشتغل فى جميع الاحوال عموديا على قلع من القلوع لكانت تنقل فى اتجاهها الخاص دفعتها الى الصارى والى السفينة ايضا واذا كانت قوة الريح تؤثر من جهة فى ذلك القلع فانه يلزم تقسيمها الى قسمين احدهما فى جهة القلع الذى لا يحدث شيأ بالكلية والآخر فى الجهة العمودية التى تحدث للصارى وللسفينة قوة عظيمة

وفى الاتجاه القريب يكون المقدم اقرب من اصل الريح من المؤخر وتكون القلوع مائلة اكثر من السفينة بالنظر الى اتجاه الريح واذا طرق الريح هذه القلوع فانها تنقسم الى قسمين كما ذكرناه انفا وتنقسم القوة المؤثرة المتحركة عموديا فى القلوع الى قسمين آخرين أحدهما يكون عموديا على عرض السفينة ويدفعها عموديا على هذا العرض وهذه حركة تدل على صلابة عظيمة ولهذا السبب تكون ظاهرة قليلا والقسم الثانى يكون متجها بالتوازى على طول السفينة ويحصل له مقاومة ما كبيرة كانت أو صغيرة وبالجملة فانه يقدم السفينة فى هذه الجهة اكثر من تأخيره اياها فى الجهة المعترضة ولهذا السبب تتقدم السفينة مع هذا التأخر الذى يسمى بالانحراف جهة اتجاه الريح لكن هذا التقدم انما يكون بالميل فعلى ذلك اذا اراد الانسان الانتقال من محل الى اخر مع تتبع خط مستقيم موازلاتجاه الريح والصعود لنصب هذا الاتجاه فيجب عليه قطع خط مكسر فى الجزء الاول بعيد بقدر الامكان عن الخط المرسوم على مقتضى اتجاه الريح ومتى وصل الى ارتفاع وسط هذا الخط الاخير وغير طريقه لكى يأخذ اتجاها آخر مخالفا لاتجاه الريح لكن من جهة اخرى فان هذا الاتجاه الجديد يوصل بالضرورة الى الطرف الثانى من الخط الذى ارتحل منه فلهذا يمكنه فى البحر بواسطة خطين أو اربعة او ستة وهلم جرا الانتقال من محل الى آخر بالسير ضد اتجاه الريح

واياما كانت صورة القلوع فانها تكون على حد سواء فى نقل قوة الريح لتحريك السفينة فبناء على ذلك اذا كان القلع مثلثا ذا اسطح متساوية فان مركز ثقله يكون اعلى من مركز ثقل القلع المربع الذى تكون قاعدته واحدة وبالجملة فان هذا المركز فى القلع المثلث يكون موضوعا على ثلث الارتفاع واما فى القلع المربع فانه يكون موضوعا فى وسط هذا الارتفاع وخلاف ذلك يكون خطر استعمال قوة الريح فى القلوع المثلثة اكثر من استعمالها فى القلوع المربعة وللقلوع الضيقة المستعملة بالخصوص فى المراكب التى تسافر فى البحر الابيض المتوسط منفعة عظيمة وهى كونها تبحث فى العلو برأسها وتجلب نسمات الريح القليلة

التى تظهر فى اعظم فصل من الفصول فى فم الاودية العديدة التى تظهر للملاحين فى الارض الجبلية من سواحل البحر الابيض المتوسط فى اسبانيا و فرانسا و ايطاليا و قرصقة و سردنيا و بلاد اليونان

ولكن هذه القلوع اقل سهولة فى الحركة واقل موافقة لثبات السفن كما ذكرنا من القلوع المربعة فلهذا ترى ان مراكب البحر الابيض متى سافرت فى بحر صعب مثل لوقيانوس تجرد عن قلوعها المثلثة وتستعوض القلوع المربعة

وعند استعمال السفن الكبيرة يلزم زيادة عدد القلوع فيها لئلا يكون كبرها غير مناسب لقوة الناس الذين يشتغلون فيها وليس هذا بالنسبة للاوقات الطيبة فقط بل فى اثناء القرطونات المهولة جدا كذلك

وهذا هو السبب الاصلى الباعث على استعمال اثنين أو ثلاثة أو اربعة من الصوارى العمودية بالتوالى بقطع النظر عن الصارى المايل الموضوع على مقدم المركب وهذا هو الباعث ايضا على قسمة كل واحد من هذه الصوارى الى جزء أو ثلاثة أو اربعة مع الاستقلال وكل واحد منها يحمل قلعة مع الزوايد الخارجية التى توضع فى اليمين او الشمال و يمكن قلعها واخراجها على حسب الادارة و بقطع النظر عن هذه القلوع توضع فيها قلوع آخر منفصلة على صورة المثلث اوشبيه المنحرف بين الصوارى العمودية و بين الصارى المايل الموضوع على المقدم الذى يسمى بصارى مقدم السفينة

وهذا من الفنون الصعبة المحتاجة لكثير من التجاريب وامعان النظر مهما امكن وهو الذى يعرف به الانسان فى كل وقت من الاوقات ما القلوع التى يصلح استعمالها لاتجاه ما من الريح ولسير السفينة فى هذا الاتجاه وكذلك يعرف وضعها بالنسبة لاى اتجاه من الريح وما القلوع التى يلزم ابطالها على العكس من ذلك لاجل المداومة على الطريق المعلوم اولاجل تغييرها بشروط محددة ومعرفة هذا الفن مختصة بضباط المراكب الحربية والتجارية لانه يستدعى كثيرا من المعارف النظرية والعملية

وفى

وفى كثير من الآلات تستعمل المقاومة التى تحصل للاجسام عند تحركها فى الهواء مثل المدبر الذى يمنع الآلة عن اخذ السرعة المضرة فى سيرها واعظم مثل يضرب من هذه التطبيقات هو طيران عدة من آلات تدوير السباخ وهذا الطيران يكون مركبا من طارة موضوع على محيطها عدة الواح معدنية صغيرة يكون سطحها المستوى المار بمحور الطارة عموديا على اتجاه حركة هذه الالواح وقت تحرك الطارة ومتى كانت حركة هذه الطارة بطيئة جدا فان المقاومة التى تحصل لهذه الالواح من جهة الهواء لا تظهر الا قليلا ثم تزداد بدرجات سريعة عند ازدياد سرعة الطارة واذا عبرنا عن درجات السرعة بهذه الاعداد

اعنى ١ و ٢ و ٣ و ٤ و ٥ و ٦ و ٧ و ٨ و ٩ و ١٠ و ١ و ٤ و ٩ و ١٦ و ٢٥ و ٣٦ و ٤٩ و ٦٤ و ٨١ و ١٠٠ فان هذه الاعداد تدل على المقاومة الحاصلة من هذه الالواح بالنظر الى عدم حركة الهواء ويمكن ان نستنتج من هذه الآلات عدة تطبيقات وسنبينها تفصيلا فنقول

ان قلوع السفينة تحدث تأثيرا يشبه الطاير لكى يمنع اضطراب المركب وانقلابها ويكون هذا الانقلاب اعنى الحركة التى تعمل على مقتضى محور افقى متجه من المؤخر الى المقدم كبيرا متى كانت تلك القلوع متجهة فى سطح عمودى على هذا المحور أعنى فى سطح حركة الانقلاب فحينئذ لا يحصل من هذه القلوع مقاومة لتلك الحركة دائما ثم اذا مالت القلوع ونشأ عنها سطح كبير بالنظر لاتجاه حركة الانقلاب فانها تكون مطروحة بكمية كبيرة من الهواء وتقاوم شيأ فشيأ اذا حصل الانقلاب وبالجملة فان هذا الانقلاب يقل شيأ فشيأ وهذا مايرى بالمحسوس اذا كانت القلوع محولة جهة المشرق بحيث ينشأ عنها سطح كبير فى الجهة المنحدرة وتنضم على حين غفلة فى الوقت الذى يرمون فيه الهلب ويقطعون السير وهذا هو الزمن الذى تؤذى فيه مضرات البحر الناشئة عن حركات السفينة وانقلابها الناس الذين ليسوا متعودين على هذه الحركات

واعظم استعمالات قوة الريح واكثرها فائدة هو استعمالها فى طواحين الهواء وتستعمل قوة الريح أيضا فى دفع الطارات ذات الاجنحة الكبيرة وتسمى هذه الطارات بطواحين الهواء

ومن المعلوم ان مثل هذه الآلة الميكانيكية لاتصلح الا للاشغال التى لاتستلزم المداومة على درجة واحدة من القوة والسرعة والتى يمكن وقوفها عدة ايام بلاضرر ومتى كان الريح ساكنا يختلف هذا الضرر مع وجود الوفر الممكن فى استعمال الريح عن استعمال عمليات الورش والفبريقات الكبيرة كالقوة المحركة فى جميع العمليات

ولكن يمكن استعمالها فى العمليات الغير الضرورية التى لم تكن محتاجة للعمل مع الانتظام الدائم وهنالك ضرر آخر فى استعمال قوة الريح وهو عدم امكان استعمالها فى جميع الاماكن مثلا يلزم وضع الطاحونة على بعض التلول اوفى السهول المتسعة على قدر الضرورة اوفى الاودية العريضة المتسعة ايضا ولا توضع تحت ارتفاع الغابات المرتفعة بحيث يمكن للريح الوصول الى اجنحتها بلا مانع من أى اتجاه كان

وهالك الاستعمالات الاصلية التى يستعملون بها قوة الهواء فتستعمل لطحن الحبوب وعصر الزيت واستخراجه من بعض البزور وسحق قشر شجر البلوط الذى يستعملونه للدبغ ولنشر الاخشاب وبالجملة تستعمل لرفع المياه المعينة للسقى اولنزح المياه التى تغرق اى ارض وتنشيفها بهذه الطريقة

واول استعمال طواحين الهواء فى بلاد المشرق ثم انتقل منها الى بلاد اوربا فى اوائل حرب الصليب

فالدسيمتر المكعب من الهواء الخالص من الماء حال اعتدال حرارة الثلج الذائب وضغطه بعمود معلوم من الزيبق قدر ارتفاعه ٧٦ سنتيمترا يزن غراما واحدا $\frac{٣}{١٠}$

وبالبحث عن قياس قوة الريح بالتجربة وجد ماريوت انه اذا كان مقدار

السرعة

متر

السرعة ٨٩٨ ر ٣ في كل ثانية فانه ينشأ عنها قوة دافعة تساوى ١٧٩ غراما على سطح متحرك ارتفاعه ١٠٥٠ ر١ سنتيمترا مربعا

وقد عمل بوردا و بورس عدة تجاريب في هذا الغرض ايضا فاظهرا باستنتاجهما ان قوة الهواء الدافعة تكون مناسبة لتربيع سرعة الهواء في زمن مفروض و يسهل معرفة ذلك حيث ان كل جزء من الهواء المقوى بسرعة كبيرة يتجدد عدة مرات بقدر كبر السرعة

وقد تزداد المقاومات التي تحصل للهواء من السطوح المتنوعة في نسبة كبيرة كنسبة تلك السطوح فعلى مقتضى تجربة بوردا السطوح المربعة التي تكون اضلاعها ٤ و ٩ وسطوحها ١٦ و ٨١ تقاوم قوة الهواء في نسبة ١٦ الى $94\frac{1}{2}$ وهذه النتيجة الاخيرة تبين لنا ان لم يكن هنالك مانع ان السياحة تكون اوفق مع القلوع المتسعة القليلة العدد من القلوع الصغيرة الكثيرة العدد الدالة على هذا السطح

ومتى تحرك الهواء على السطوح بالانحراف فتنقسم قوته كما ذكرنا ولا يعد منها سوى الجزء المستقيم عموديا على سطح القلع وقد ينشأ عن متوازى اضلاع القوى نتيجة صحيحة جدا اذا قابلنا قوة الهواء العمودية بالقوى الناشئة عن اتجاه الريح التي تصنع مع سطح القلع زاوية منحصرة بين ٣٠ و ٤٥ درجة كما بينه بوردا بطريقة العملية وقد تظهر لنا التجربة ان قوة الهواء تكون كبيرة اذا كانت تتحرك على سطح مستو اكثر مما اذا كانت متحركة على سطح يكون تحديبه مخالفا لاتجاه الريح

و يوجد من طواحين الهواء نوعان تنصب في احدهما اسطحة مستوية على محيط طارة افقية وتسمى هذه الطواحين لهذا السبب طواحين افقية وهي اقل فائدة من الطواحين التي تكون فيها قوة الهواء موضوعة على الاجنحة التي يتكون عنها خطوط طارة رأسية وهذه الطواحين الاخيرة هي التي نحن بصددها

ومع ذلك ينبغي ان اذكر طاحونة افقية عظيمة رأيتها في انكلترة بقرب لندرة وبيان ذلك ان تتصور سورا كبيرا شامخا مستديرا ينشأ عن محيطه جملة من الفتحات العمودية المائلة التي يمكن مقابلتها بفتحات الطاقة الموضوعة على محيط الاسطوانة واياما كان اتجاه الريح فانه يدخل بين ربع من الفتحات ويتقدم في داخل السور مع اتجاه يتحرك على الدوام في جهة واحدة وعند دخوله بهذه الطريقة فانه يصادف قلوعا منتصبة بالتوازي على اضلاع اسطوانة السور ويدفعها دائما الى اتجاه واحد وبهذه الكيفية تدور الطاحون وبعد ذلك يخرج الهواء من فتحات متنوعة من الجهة المقابلة للريح

ولنتكلم الآن على وصف الطواحين ذات الاجنحة العمودية فنقول انه لاجل ان تتلقى هذه الطواحين دفعة الريح من جميع الجهات يلزم ان تجعل سطح الاجنحة المستوى العمودي في اتجاه عمودي على اتجاه الريح فلذلك يكون العامود الافقي الذي يحمل هذه الاجنحة مثبتا فوق السور مع السطح على آلة مستديرة بها يتيسر الدوران في جميع الجهات بواسطة رافعة كبيرة يقرب طرفها قريبا من الارض ويدفعه الصانع بيديه لكي تصنع الاجنحة في اتجاه مناسب او كما قيل يمكنه تدوير الطاحون دورانا مناسبا

ومن الطواحين الانكليزية يرى شكل ١ لوحة ٦ طارة صغيرة تكون اجنحتها متجهة في مستوعامودي مار بمحور الطاحون الرأسي ومتى بعد الهواء عن هذا المستوى العمودي فانه يؤثر في اجنحة الطارة الصغيرة التي تنتقل حركتها الى قضيب ت والى طارات زاوية ر و رَ و ض و ضَ وتكون اسنان ضَ موضوعة على حلقة كبيرة مستديرة متصلة بالجزء الاعلا من الطاحونة وهذا الجزء يدور على بكرات د و د التي تجري على كفة مدورة موضوعة على الجزء الاسفل من الطاحون وشكل ٢ يبين لنا مستوى جزء الطارة المستديرة التي هي ضَ ضَ المعشق مع ض

وقد

وقد تتخلص الاجنحة المحركة التي هي ا ا شكل ١ لوحة ٦
عن القوة بنفسها بتركيب عجيب متى كانت قوة الهواء قوية وكل جناح من
هذه الاجنحة يكون مكونا من صاعدين مثل م م م م اللذين تسحب
عليهما مساند ل ل و ل ل التي هي مساند ملفات ر ر التي تلف عليها
القلوع ذات الثلاث زوايا وهنالك زرار مغلوق مثل ت ت مثبت على
مساند ل ل و ل ل من اسطوانات كل جناح وقد تكون رأس ا التي هي
مغلق ت ت ملفوفة على طرف رافعة مثل ا ـ ث المقاسة بالذراع
وقضيب د د دَ المسنن في حرف دَ عندما يخرج يقرب من د د
ومتى تجاوزت سرعة الاجنحة بعض حدود فان القوة البعيدة عن المركز تدفع
مساند ل ل و ل ل الى الخارج وفي هذه الحركة تدور الرؤس التي يحمل لها
محور كل ملف من ملفات ر ر عند احتكاكها بجزء ف ف الثابت
الملفات بحيث تضم القلوع شيأ فشيأ وفي آن واحد تباعد قضبان ت ت
المغلوقة ا من د د وتدخل د د ثانيا عندما ينقل الجزو المسنن المعبر
عنه بحرف دَ حركته الى طارات زاوية ش والى بكرة ش
الكبيرة التي ترفع الميزان وعندما يقل الريح فالميزان ينزل ويجبر القلوع على
الانفراد ثانيا
ويكون شكل ٣ مسقطا عموديا كبيرا لتركيبه من روافع ا ـ ث
شكل ١ ومن اربع اجنحة حول قضيب د د
ويكون شكل ٤ هو مستوى الملف ذي القلع ويرى فيه كيفية ضبط محور
الملف من اطراف دوارنه على رأس غ
وفي شكل ١ فطارة زاوية س س هي التي تنقل قوة الريح الى تركيب
آلة الطاحون المخصوصة
وشكل ٥ هو مسقط جناح فلمنكي على سطح ممتد من عامود ا ا الذي
يحمل الاجنحة من وسط طول الجناح الاصلي المعبر عنه بحرفي ح ح
ولا يتحرك الهواء في اتجاه افقي الا نادرا ولهذا السبب ظهر لنا بالتجربة

امّا اذا اردنا تحصيل اعظم نتيجة من قوّة الهواء يلزم ان نميل العامود الذى يحمل الاجنحة من ٨ الى ١٥ درجة ولا نجعله افقيا اصالة فاذا كان كل واحد من الاجنحة فى مستو رأسى على العامود فان قوّة الهواء عند هذه الاجنحة لا يمكنها تدوير العامود فعلى ذلك يلزمنا ان نعطى هذه الاجنحة ميلا يكون واحد الاجنحة لكى تتبع القوّة المنقسمة مستوى جميع الاجنحة وتدور العامود فى جهة واحدة

وقد عمل اسمايتون المهندس الانكليزى المشهور عدّة تجاريب فى قوّة الهواء يعتمد عليها لما انها تحدبنا تجها مع تنبيهات كولومب فى طواحين الهواء الكبيرة ولاجل زيادة الانتظام فى تجاربيه رجح تحريك الطاحون حيث اعطى لها اندفاع قوّة الهواء المشهورة فى سكون الريح فضلا عن كونه يعطى للطاحون قوّة الهواء المستقيمة الذى يتغير فى كل وقت فبهذه الطريقة كان متحققا من السرعة التى كانت تتحرك بها الاجنحة فكان يلف على العامود الافقى الذى يحمل الاربع اجنحة المفروضة فى التجربة حبلا يعلق فى طرفه كفة يضع فيها اثقالا حسب ارادته وكان شغل هذه الاجنحة محصورا فى دفع هذه الكفة بسرعة ما كبيرة او صغيرة فى زمن معين فابتداء اسمايتون بالبحث عن درجة الانحراف التى تصلح للاجنحة المستوية فعرف ان الثقل اللازم لتوقيف حركة الاجنحة المائلة ٣٥ درجة يفوق الثقل اللازم لتوقيف حركة اجنحة اخر مائلة على خلاف ذلك المتحركة بنفس السرعة المتقدمة

وعلى موجب تجاريب اسمايتون يلزم لتحويل الاجنحة ذات البعد المفروض فى زمن معلوم مع الانتظام اكبر قوّة ممكنة ان يكون ميلها من ١٥ الى ١٨ درجة ففائدة هذه الطارة بالنسبة الى الطارة التى ميلها ٣٥ درجة تكون فى اعظم نسبة من ٤٥ الى ٣١ وعمل هذا المهندس ايضا تنبيها يدل على ان الميل المنحصر بين ١٦ و ١٨ يختلف قليلا من النهاية الكبرى المطلقة وهو انه اذا زدنا او انقصنا ميل الاجنحة بدرجة او بدرجتين فلا ينتج عنها الا اختلاف قليل من النتيجة الكلية بالنظر الى النتيجة العظمى

وقد

وقد وضع مسيو اسمايتون فى التجربة الاجنحة التى يكون سطحها شماليا عوضا عن كونه مستويا او مايلا قليلا مع التدريج بشرط ان نقطة الجناح التى يقاس فيها هذا الميل تكون بعيدة عن المحور فلم يجد فى ذلك منفعة اكثر من استعماله الاجنحة المستوية

واما البناؤون الفلمنكيون فانهم يميلون بعكس ذلك بعضا من اجنحتهم بشرط ان يبعد هذا الجزء عن المحور

وها الجدول لا يشتمل على ميل عدة اجزاء من الاجنحة جهة المستوى الذى تعمل فيه حركة الدوران وهذه الانحرافات المعينة بتجاريب اسمايتون هى التى يعتمد عليها

الزاوية المصنوعة مع سطح الحركة
درجة

١٨	١٩	١٨	١٦	١٢	$\frac{١}{٢}$ ٧
$\frac{١}{٦}$	$\frac{٢}{٦}$	$\frac{٣}{٦}$	$\frac{٤}{٦}$	$\frac{٥}{٦}$	$\frac{٦}{٦}$

من طول القلع عند ما يبعد من المحور

وينشأ عن الطواحين العظيمة بفلمنك الفرنساوية التى استنتجها كولومب نتائج مثل النتائج التى استنتجها اسمايتون ومع ذلك فميل بعض اجزاء الجناح يتغير من ابتداء النقطة الموضوعة بقرب المركز الى النقطة البعيدة عنه من ٣٠ درجة الى ١٢ درجة فى بعض الطواحين والى ٦ فى البعض الآخر

ثم ان اسمايتون لما غير عرض الاجنحة وجد أنه يلزم لانالة اعظم نتيجة يمكن تحصيلها ان يكون الجناح العريض مايلا تحت زاوية كبيرة ورأى ايضا ان الجناح الذى يكون عريضا من الطرف اكثر من المركز يكون احسن من الجناح القائم الزوايا وبالنظر للاجنحة ذوات الاسطحة المتساوية تكون صورة شبيه المنحرف اوفق

وقال اسمايتون ايضا اذا تجاوز ازدياد سطح الاجنحة هذه الحدود فان

مضرته تكون اكثر من نفعه وذلك أن الهواء لا يجد له مسافة كافية يخرج منها بعد قرع هذه الاجنحة

واراد ان يعرف بالتجربة نسبة سرعة الاجنحة التى تدور حسب الارادة من غير شغل ونسبة سرعة الاجنحة التى تحدث شغلا كبيرا فوجد نسبة هذه السرعة على العموم من ٣ الى ٢ اعنى اذا كانت الاجنحة تدور ثلاث مرات مطلقا اى بدون شغل فى زمن مفروض فالاجنحة التى تدور فى نفس هذا الزمن وتحدث شغلا كبيرا لا تدور سوى مرتين وفى الطاحون الواحدة يكون الشغل مناسبا على العموم لسرعة الريح فلذا اذا كانت سرعة الهواء متضاعفة مرتين اوثلاثة اواربعة فان الاجنحة تشتغل بسرعة متضاعفة مرتين اوثلاثة اواربعة كذلك وهلم جرا

وبالجملة فان الشغل الناشئ عن الطاحون فى زمن مفروض يكون مناسبا لتربيع سرعة الريح

وقد اثبتت ملحوظات كولومب على طواحين فلمنك فرانسا ان النتيجة واحدة تقريبا فى اكثر من خمسين طاحونا مفرقة بقرب مدينة ليل وموضوعة فى محل واحد ولو ان هذه الطواحين مختلفة البناء ومختلفة قليلا فى ميل العامود الحامل لهذه الاجنحة وفى وضع هذه الاجنحة ايضا وهذا ما يثبت ان هذا الجنس من البناء يلزم ان يكون قريبا جدا من النتيجة العظمى ولم نتبحر فى التفاصيل الكبيرة التى تخص التجاريب التى ينشأ عنها معرفة النسبة النافعة بين وضع اجنحة الطاحون وابعادها بل اكتفينا باحالة ذلك على كتب الحبرين المشهورين الفرنساوى والانكليز اللذين سبق ذكرهما

وهاك الشغل السنوى الناشئ عن طواحين الفلمنك على مقتضى تجاريب كولومب وهو أن تعصر عصارة الزيت اربعمائة برميل فى السنة المتوسطة ووجد ان هذا الشغل يوافق لشغل ثمان ساعات فى كل يوم مدة ايام السنة بأن يحدث قوة ٣٤٧٢٨ كيلوغراما مرفوعة الى متر فى كل دقيقة

مثلا

مثلا اذا اخذ ناوحدة لقياس الديناميكة واحد مليون من الكيلوغرامات اى الف برميل مرفوعة الى متر واحد يتحصل معنا الشغل اليومى ٢/٣ ١٦ دينام يزاد عليها سدس بالنسبة للاحتكاكات

ولاجل تحصيل هذه النتيجة يلزم وابور المعلم و اط الذى يجرّه ثلاثة من الخيل ومتى طبقناقوة الهواء على طحن الحبوب نجد انه يلزم قوة واحدة لطحن ١٠٠٠ كيلوغرام من القمح وعصر ١/٢ ٣ براميل من الزيت وهذه القوة تساوى ١/٤ ٥ دينام

(الدرس الثانى عشر)

(فى الكلام على الحرارة)

قد تنتقل الحرارة تارة من الاجسام الاجنبية الى الاجسام البشرية فتحدث فيها الحرارة وتارة تكون بالعكس بمعنى انها تنتقل من البشرية الى الاجنبية فتحدث فيها البرودة ولم يكن هذا الانتقال بين الاجسام البشرية والاجسام الاجنبية فقط بل قد يكون بين جميع الاجسام الطبيعية ايضا وينشأ عنه للصناعة حوادث فيها منفعة عظيمة جدّا

ومتى زادت حرارة المادة زاد حجمها وبالعكس العكس وبهذا تقاس الحرارة بالآلات وتتغير الاجسام ذات الشكل المحدّد بحيث يسهل قياسها ويظهر بحاسة البصر وذلك كالآلات الترمومتر اى ميزان الحرارة والبرودة التى سنتكلم عليها ولنبحث الآن عن القياس كيف صار عاما لحرارة الاجسام فنقول انه لاجل انتقال كيلوغرام من الماء من حرارة الثلج الذائب الى حرارة الماء المغلى يلزم اخذ كمية من الحرارة قاعدة لجميع الاقيسة ونسميها بجد جزء المائة من هذه الكمية ونقسم الى مائة درجة احوال الحرارة او اعتدال الماء الذى له فى كل كيلوغرام ١ و ٢ و ٣ و ١٠٠ حدّاى جزء واحد من الحرارة وانظر الآن لكل درجة ما يلزم من ازدياد الحرارة بالنسبة الى الشكل المنشور او الاسطوانى الذى يعبر عن طوله بعدد ١٠٠٠٠٠٠ وها الجدول يبين ذلك

بولاد غير مسقى	٠١٠,٧٩
بولاد مسقى اصفر مكوى الى ٦٥ درجة	٠١٢,٤٠
فضه	٠١٩,١٠
فضه بعيار باريس	٠١٩,٠٩
نحاس	٠١٧,١٧
نحاس اصفر	٠١٨,٧٨
قصدير الهند	٠١٩,٣٨
قصدير كورنومال	٠٢١,٧٣
حديد لطيف مدقوق	٠١٢,٢٠
حديد مدور مسحوب	٠١٢,٣٥
زيبق	١٨٤,٧٧
ذهب السفر	٠١٤,٦٧
ذهب بعيار باريس غير مكوى	٠١٥,٥٢
ذهب بعيار باريس مكوى	٠١٥,١٤
بلاتين اى ذهب ابيض (على حسب تجربة بوردا)	٠٠٨,٥٧
رصاص	٠٢٨,٤٨
فلنتجلوس انكليزى	٠٠٨,١٢
زجاج فرنساوى مع رصاص	٠٠٨,٧٢
انبوبة من الزجاج بدون رصاص	٠٠٨,٩٧
مرآة جوان المقدس	٠٠٨,٩٠

وبهذا الجدول يرى الانبساط الكبير الذى يحصل فى الزيبق والانبساط القليل الذى يحصل فى الزجاج وعلى هذين الخاصتين المختلفتين خاصتى الزيبق والزجاج تأسست الترمومتر

فاذا تصورنا انبوبة اسطوانية بالكلية ينتهى طرفها بكرة مجوفة ذات قطر اكبر من قطر الانبوبة وفرضنا ان قطر الكرة يساوى قطر الانبوبة عشر

مرات

مرات فان حجم الكرة يكون $\frac{2}{3}$ ٦٦ مرة اكبر من حجم الاسطوانة التي قطرها كقطر الانبوبة وطولها كطول قطر الكرة وبالجملة فان زيادات حجم قطعة من الزيبق الذي يملأ اناء كرويا تصعد في الانبوبة الى ارتفاع $\frac{2}{3}$ ٦٦ مرة اكبر مما يصعده الزيبق اذا كان شاغلا في هذه الانبوبة ارتفاعا مساويا لقطر الكرة وبهذه الطريقة يعرف امتداد الزيبق في كل درجة مبنية بمجرد النظر ويضعون علامات في اللوح الذي تكون فيه الانبوبة وكرة الزيبق متعشقتين تقسيمات تساوي درجات الحرارة المتنوعة من ابتداء صفر الى ١٠٠ درجة فما فوقها

وحيث ان الانبوبة وكرة الترمومتر مركبتان من جوهر يقبل التمدد بالحرارة وينقص حجمه بالبرودة فهذا التعبير يؤثر في المسافات التي يقطعها الزيبق متى زادت الحرارة او نقصت ويتداركون خلل هذا الضرر بالطريقة التي يفعلونها والتي تقسم الترمومتر بالتدريج

ومتى مرت الاجسام المختلفة التي ذكرناها في الجدول المتقدم بجميع درجات الحرارة التي يمكن تحصيلها فانه يرى ان جملة من هذه الجواهر تتبع سيرا مناسبا تقريبا وذلك كالزيبق والزجاج والمعادن على العموم ماعدا البولاد المسقي ومع ذلك ينبغي لنا ان نلاحظ بان كل جسم من الاجسام الصلبة لا يتمدد بالتسوية في عدد واحد من الدرجات من ابتداء النقط المختلفة على قياس الترمومتر

وبناء على ذلك فالاحسن ان نقول ان انبساط الاجسام يكون مناسبا بالدقة لدرجات الحرارة التي تحصل لهذه الاجسام حيث انه يزداد بزيادة الحرارة فلذا كان انبساط المعادن من ٢٠٠ الى ٣٠٠ درجة اكثر من ١٠٠ الى ٢٠٠ درجة وتصير هذه الزيادة خاصة مشهورة متى قرب الانسان من درجة ذوبان الاجسام ومع ذلك يمكن في عمليات الصنايع وفي تغيرات الحرارة الكبيرة ان نقول بلا خطاء ان تغير حجم الاجسام يكون مناسبا لعدد درجات الحرارة التي تكسبها هذه الاجسام او تفقدها

وربما كان الزيبق هو السايل الذى يظهر فيه اقل تباعد فى التمدد مثلا مابين درجة واحدة ومائة درجة وبالنظر لهذا يكون الترمومتر الزيبق اعظم آلة يمكن استعمالها فى ذلك واما انبساط الماء بين صفر ومائة درجة فانه يكون بعيدا عن الدلالة على هذا الانتظام الذى يدل على تمدد الزيبق وهذا ما يبينه هذا الجدول الصغير المستخرج من كتاب توسون

درجات الترمومتر	اجحام الماء	اختلاف الاحجام	الانبساطات المتوسطة للدرجة
درجه			
٠١٠	١,٠٠٠٢٥	٠,٠٠٠٦٨	٠,٠٠٠١٢٣
٠١٥ ٥٥	١,٠٠٠٩١	٠,٠٠١٠٦	٠,٠٠٠١٩١
٠٢١ ١١	١,٠٠١٩٧	٠,٠٠١٣٥	٠,٠٠٠٢٤٣
٠٢٦ ٦٦	١,٠٠٣٣٢	٠,٠٠٢٦٢	٠,٠٠٠٤٧٢
٠٣٢ ٢٢	١,٠٠٥٩٤	٠,٠٠٣١٤	٠,٠٠٠٥٦٦
٠٣٧ ٧٧	١,٠٠٩٠٨	٠,٠٠٤٩٦	٠,٠٠٠٤٤٧
٠٤٨ ٨٨	١,٠١٤٠٤	٠,٠٠٦١٣	٠,٠٠٠٣٦٧
٠٦٥ ٥٥	١,٠٢٠١٧	٠,٠١٦٠٠	٠,٠٠٠٧٢٠
٠٨٧ ٧٧	١,٠٣٦١٧	٠,٠٠٩٤٠	٠,٠٠٠٧٦٨
١٠٠ ٠٠	١,٠٤٥٥٧		

ثم ان الاجسام تنقسم ثلاثة اقسام صلبة كالاخشاب والاحجار والبلور وهلم جرا وسايلة كالزيبق والماء والزيت وهلم جرا وغازية كالهواء الجوى والغاز الادرو جينى و بخار الماء وغاز الحمض الكربونيكى وهلم جرا
و يوجد عدة اجسام تنتقل بزيادة الحرارة تارة من حالة الصلابة الى حالة السيولة وتارة من حالة السيولة الى الحالة الغازية وبتنقيص الحرارة تنتقل هذه الاجسام ثانيا من الحالة الغازية الى الحالة السايلة ومن السايلة الى الصلبة فمن هنا تظهر لنا الحوادث المشهورة التى سنظهرها بانتخاب احد الجواهر النافعة للصناعة كالماء واخذه مثلا لذلك

واذا اخذنا كيلوغراما واحدا من الثلج فانه يتبع قانون جميع الاجسام الصلبة وامتدادها عند انتقاله بالدرجات العديدة التي تكون تحت درجات اعتدال الثلج الذائب وانتقال حرارة قياسي الثلج المختلفين في الحرارة يعمل على حسب قانون الاجسام الصلبة العام فلذلك اذا وضعنا معنا كيلوغرامين من البرد او الثلج احدهما في درجة ١٠ والآخر في درجة ٢٠ تحت الصفر واخذت الاحتراسات اللازمة بحيث تكون الحرارة واحدة في هذين الجسمين فان الكيلوغرامين يصيران مرتفعين الى ١٥ درجة من هذه الحرارة بحيث ان احدهما يكتسب حقيقة عددا من الدرجات بقدر ما يفقده الآخر

وكذلك اذا مزجنا كيلوغرامين من الماء السايل احدهما مرتفع الى ١٠ درجات والآخر الى ٢٠ درجة فوق حرارة الماء المغلي فالممزوج يصير مرتفعا الى ١٥ درجة فوق الحرارة

وايضا اذا خلطنا كيلوغراما واحدا من البخار في ١٠ درجات مع كيلوغرام من البخار في ٢٠ درجة فوق حرارة الثلج الذائب فان المخلوط في مسافة مساوية لكمية المسافتين المشغولتين بكيلوغرامي البخار يصعد الى ١٥ درجة من الحرارة

واذا اردنا مزج كيلوغرام واحد من الثلج مع كيلوغرام واحد من الماء فلم يبق ثم للقانون الذي ذكرناه اثر ولاجل أن يحدث لامتزاج الكيلوغرامين كيلوغرامين من الماء في حرارة الثلج الذائب يلزم ان يكون كيلوغرام الثلج في صفر مع كيلوغرام الماء المرفوع الى ٧٥ درجة فوق الثلج الذائب

وبالجملة فلاجل ان الكيلوغرام من الثلج المرفوع الى درجة صفر ينتقل الى كيلوغرام واحد من الماء المرفوع الى درجة صفر كذلك يلزم امتصاص ٧٥ جزأ وهذه الكمية لم تعين بالترمومتر بالكلية وانما هي بالتحليل وتتعلق بتكوين الماء ولهذا تسمى حرارة مختفية اعني حرارة غير ظاهره

وقد تحصل حادثة مثل هذه الحادثة اذا اخذنا كيلوغراما من البخار ومزجناه

مع $\frac{1}{2}$ ٥ كيلوغرامات من الماء المرفوع الى درجة صفر فبناء على هذا يحدث الاختلاط جملة تساوى $\frac{1}{2}$ ٦ كيلوغرامات مرفوعة الى حرارة ١٠٠ درجة اعنى مرفوعة الى درجة غليان الماء وجعله بخارا

فعلى ذلك يوجد بين كيلوغرام واحد من الماء فى درجة ١٠٠ من الحرارة وكيلوغرام من البخار المرفوع الى نفس هذه الحرارة فرق كاف من الحرارة لرفع $\frac{1}{2}$ ٥ كيلوغرامات من الماء فى درجة صفر الى درجة ١٠٠ فلهذا يمكن ان يقال ان الكيلوغرام الواحد من بخار الماء يحتوى على ٦٥٠ جزأ اكثر من كيلوغرام الماء الذى يكون فى درجة صفر من الحرارة وكذلك يقال ان الكيلوغرام الواحد من الماء المرفوع الى درجة صفر المشابه للثلج الذى يكون فى درجة صفر ايضا تحتوى على ٧٥ جزأ زيادة ومعرفة هذه الكميات من الحرارة المخفية فى الماء وفى البخار مهمة جدا لحساب نتيجة الآلات البخارية

وبعد ان بينا حوادث الحرارة التى يدل عليها الماء فى احواله المختلفة من الصلابة والسيولة والغارية يلزم مقابلة الافعال المتشابهة الحاصلة من الحرارة على الاجسام الاخر فعلى ذلك اذا وضعنا كيلوغراما من الحديد أو من النحاس او من الزيبق مع كيلوغرام من الماء المرفوع الى درجة واحدة فان جزء الحرارة لا ينتقل من جوهر الى اخر واما اذا كانت الحرارة مختلفة فلا شك ان جزأ من الحرارة ينتقل من الجوهر الدال على اكبر حرارة فى الترمومتر الى الاخر ولكن درجة الحرارة العامة التى توجد بين الجوهرين ليست الحد الوسط الحسابى للحرارتين مثل ما اذا كان ذلك فى كيلوغرامين من الماء وبناء على ذلك لم تكن كية الحرارة المظروفة فى الجواهر المختلفة واحدة بل انه يمكن تقويم هذه الكميات بالصحة اذا اخذنا حد التشبيه كية الحرارة اللازمة لرفع كيلوغرام من الماء السايل الى درجة واحدة وهذه الكمية تسمى بالماء المغلى ونرى ان هذه الجواهر المبينة فى الجدول الآتى تتغير من درجة الحرارة الى بعض كسور يستدل عليها بالعدد الآتى وهو هذا

اسماء الجواهر	حرارة نوعية نسبية	اسماء المؤلفين
ماء عادة	۱٫۰۰۰۰	
ثلج	۰٫۹۰۰۰	كروان
كبريت	۰٫۲۰۸۵	لاوازيه ولابلاس
حديد مدقوق	۰٫۱۱۰۰	لاوازيه ولابلاس
نحاس	۰٫۱۱۱۱	جراوفورد
معدن المدافع	۰٫۱۱۰۰	رنفور
توتية	۰٫۰۹٤۳	جراوفورد
	۰٫۱۰۲۰	ولك
فضة	۰٫۰۸۲۰	ولك
قزدير	۰٫۰٤۷٥	لاوازيه ولابلاس
انتيمون (اى كحل اصفهانى)	۰٫۰٦٤٥	جراوفورد
ذهب	۰٫۰٥۰۰	ولك
رصاص	۰٫۰۲۸۲	لاوازيه ولابلاس
زيبق	۰٫۰۲۹۰	لاوازيه ولابلاس
بزموت	۰٫۰٤۳۰	ولك
اكسيد اصفر من الرصاص	۰٫۰٦۸۰	جراوفورد
	۰٫۰٦۸۰	كروان
اكسيد الزنك	۰٫۱۳٦۹	جراوفورد
النحاس	۰٫۲۲۷۲	جراوفورد
جير حى	۰٫۲۱٦۹	لاوازيه ولابلاس
زجاج من غير رصاص	۰٫۱۹۲۹	لاوازيه ولابلاس
حمض ملح البارود	۰٫٦٦١٤	لسلى
	۰٫٦۲۰۰	
ثقله النوعى ۱٫۲۹۸۹		

حمض الكبريت	١٫٨٧٢	٠٫٣٤٠٠	لسلي
	١٫٨٧٠	٠٫٣٣٤٦	لاوازية ولابلاس
حمض الكبريت ٤ اجزا ماء خمسة اجزا		٠٫٦٠٣١	لاوازية ولابلاس
ملح طعام جزء واحد ماء خمسة اجزا		٠٫٨٣٢٠	جراوفورد
ملح البارود جزء واحد ماء ثمانية اجزا		٠٫٨١٨٧	لاوازية ولابلاس
روح النبيذ مكرر اي كؤل		٠٫٦٤٠٠	لسلي
زيت طيب		٠٫٥٠٠٠	لسلي
زيت بزر الكتان		٠٫٥٢٨٠	قروان
زيت الترمانتينة		٠٫٤٧٢٠	قروان
زيت البالين		٠٫٥٠٠٠	جراوفورد

ونرى في هذا الجدول امام الحديد المطروق عدد ١١ ٫ ٠ وهذا مما يدل على ان كيلوغراما واحدا من هذا الحديد متى برد بدرجة واحدة فقد كمية كافية من الحرارة لرفع ١١/١٠٠ درجة وكيلوغراما من الماء ونرى ايضا اننا اذا انتقلنا من حرارة الى اخرى فان كيلوغراما واحدا من الماء يستدعي كمية كبيرة من الحرارة اكثر من كيلوغرام من الجواهر الاخر المذكورة في الجدول المذكور

و يبين لنا هذا الجدول ايضا الحرارة التي يأخذها مخلوط اثنين من الجواهر التي توجد فيه مطلقا

واذا قسمنا كل واحد من اعداد هذا الجدول على ٧٥ فيحصل معنا ثقل الثلج الذي يمكن اذابته بكيلوغرام من هذه الجواهر بان يفقد درجة مئنية من الحرارة وبذوبان الثلج تقاس على العموم الحرارة النوعية للاجسام بواسطة

آلة تسمى بالكالورميتر ينسب اختراعها الى كل من مسيو لاوازية ومسيو لابلاس

والى هنا عرفنا كيفية توصيل الحرارة الى اى درجة وبقى علينا ان نبين ما يحصل وقت احداث نفس الحرارة اى الاحداث الذى يمكن حصوله بالاحتكاك او بالاحتراق ولما كانت هذه الطريقة الاخيرة اقوى وهى التى تستعمل فى الآلات التى يراد فيها استعمال الحرارة كالقوة المحركة فى هذا الشأن لم نتعرض للتفاصيل التى تنسب للكيميا فيما يخص حادثة الاحتراق الكلى وانما نكتفى بان نقول ان الهواء الجوى يكون مركبا من غازين احدهما يسمى ازوت ولا يستعمل فى الاحتراق ويشغل فى ١٠٠ جزء حجم ٧٩ جزأ والآخر يسمى بالاوكسيجين ويشغل ٢١ جزأ ويكون لازما للاحتراق

ثم ان مترا واحدا مكعبا من الهواء يزن فى حرارة صفر ١٫٢٩٨ كيلوغرام اعنى ١٫٠٢٦ كيلوغرام من الازوت و ٠٫٢٧٢ كيلوغرام من الاوكسيجين فعلى ذلك يكون الهواء اخف من الماء ٨٠٠ مرة تقريبا

وان الاحتراق الاصلى الذى يستعمل فى الميكانيكا هو فحم الارض أو فحم حجرى ثم فحم الخشب والخشب نفسه ويمكن استعمال بعض جواهر أخر وسنبين الاصول منها المهمة كثيرا أو قليلا على حسب المنافع المتعلقة باثمانها وخواصها

وهذا جدول يشتمل على الحرارة الحاصلة باحتراق كيلوغرام واحد من الجواهر المختلفة فنقول

المحترقات		كيلوغرام من الثلج الذائب	ماء حار
غاز الادروجين الصافي		٢٩٥	٢٢١٢٥
زيت طيب على حسب راى لابلاس شرحه على راى رنفورد	١١١١٦ ٩٠٤٤	١٣٤	١٠٠٨٠
زيت سلجم مصفى		١٢٤	٩٣٠٧
شمع ابيض على قول المذكورين	١٠٥٠٠ ٠٩٤٧٩	١٣٣	٩٩٩٠
شحم دهن لعمل الشمع	٧١٨٦ ٨٣٦٩	١٠٤	٧٧٧٧
فوسفور		١٠٠	٧٥٠٠
نفط وزن خاص ٨٢٩ و٠ فى ٣ و١٣		٩٨	٧٣٣٨
اتيركبرتيك ٧٢٨ ر٠ فى ٢٠ درجة		١٠٧	٨٠٣٠
فحم الخشب		٩٤	٧٠٥٠
كولك نقى		٩٤	٧٠٥٠
كولك فيه ١ ر٠ من الرماد		٨٤,٦	٦٣٤٥
فحم حجر اول درجة فيه ٢ ر٠ من الرماد		٩٤	٧٠٥٠
شرحه ثانى درجة فيه ١ ر٠		٨٤,٦	٦٣٤٥
شرحه ثالث درجة فيه ٢ ر٠ من الرماد		٧٦,١	٥٩٣٢
خشب ناشف مطلق		٤٨,٨٨	٣٦٦٦
خشب فيه ٢ ر٠ من الماء		٣٨,٤١	٢٩٤٥
تورب طيب		٢٦,٦٦	٢٠٠٠
تورب ردئ		١٥	١١٢٥
كؤل فى ٤٢ درجة		٨٢١	٦١٩٥
شرحه فى ٣٣ درجه		٧٠١	٥٢٦١

ولنذكر

ولنتذكر أنه يمكن بواسطة ٦٥٠ ترم تصاعد كيلوغرام واحد من الماء الى درجة صفر وبناء على ذلك لاجل تصاعد ١٠٠٠ كيلوغرام من الماء الى صفر يلزم له كميات الاحتراق المعينة فى الجدول الآتى الذى يشتمل على ثقل البخار الذى يمكن احداثه مع كيلوغرام واحد من الوقود وعلى قدر ١٠٠٠ كيلوغرام من البخار الناتج من الاحتراقات المختلفة

بيان كمية الوقود الضرورية لتصاعد ١٠٠٠ كيلوغرام من الماء الى حرارة الثلج الذائب

احتراق واحد كيلوغرام	بخار حاصل بواحد كيلوغرام من الاحتراق	كيلوغرام من الاحتراق لاجل ١٠٠٠ كيلوغرام من البخار
	كيلوغرام	كيلوغرام
فحم خشب	٠٠٧,٠٥٠	١٤١,١٨
كولـ نقى	٠٠٧,٠٥٠	١٤١,١٨
كول فيه ١ر٠ من الرماد	٠٠٦,٣٤٥	١٥٧,٧٥
فحم حجرى من اول درجة فيه ٢ر٠ من الرماد	٠٠٧,٠٥٠	١٤١,١٨
فحم حجرى فيه ١ر٠ من الرماد	٠٠٦,٣٤٥	١٥٧,٧٥
فحم حجرى فيه ٢ر٠ من الرماد	٠٠٥,٩٣٢	١٦٨,٥٧
خشب ناشف جدا من جميع الانواع	٠٠٣,٦٦٦	٢٧٢,٩٤
خشب يحتوى على ٢ر٠ من الماء	٠٠٢,٩٤٥	٣٣٩,٥٥
تورب طيب	٠٠٢,٠٠٠	٥٠٠,٠٠
تورب ردىء	٠٠١,١٢٥	٨٨٨,٨٨
روح عرقى فى درجة ٤٢	٠٠٦,١٩٥	١٦١,٤٢
روح عرقى فى درجة ٣٣	٠٠٥,٢٦١	١٩٠,٠٧

وتبين لنا هذه الجداول فائدة استعمال فحم الارض ولو فى المحلات التى يكون فيها غاليا بسبب النقلة

و يصنع حريق الفحم باحتراق هذا الجوهر المسمى بالكاربون الذى يتحول الى غاز الحمض الكاربونيك متى امتص اوكسيجين الهواء الجوى فيدخل ثقل الفحم فى الغاز كنسبة ٢٧٤ مليم وثقل الاوكسيجين كنسبة ٧٢٦ مليم

ولنزد على ذلك ان ثقل متر مكعب من غاز حمض الكاربونيك على الحرارة المتوسطة من الهواء الجوى و بضغطة باروه مترية قدرها ٠ر٧٦ مليم
كيلوغرام
يكون ١ر٩٧٢

فينتج من ذلك ان كيلوغراما واحدا من الفحم يستدعى لكى يحترق بالكلية
كيلوغرام كيلوغرام
٢ر٧٦ من الاوكسيجين الذى يوجد فى كمية من الهواء الذى يزن ١٢ر٦١
متر مكعب
ويشغل ٩ر٧٠١ فهذا العدد المذكور لما يكون فى حرارة صفر يتكون عنها ١٠ أمتار مكعبة فى حرارة $\frac{1}{2}$ ١٠ درجات

وفى حوادث الحريق المعتادة مثل ما يحصل فى وسط الافران يوجد كمية من الهواء تفوق بكثير الكمية التى يطلبها التحليل الكامل يلزم لها المرور على الفحم والتجاهيز العظيمة تحتاج لكمية من الهواء ضعف الكمية التى تكفى للاحتراق مع الشدة فلذلك يلزم فى التجاهيز الكاملة كالمداخن بالاقل ٢٠ مترا مكعبا من الهواء لاحتراق كيلوغرام واحد من الفحم وهذه الفروض تكون نافعة جدا متى أردنا تحديد سعة المستوقدات والافران والمداخن بل ونستعمل قاعدة الحسابات الآتية
كيلوغرام
غاز الحمض الكاربونيكى المتر المكعب يزن ١ر٩٧٢

كل كيلوغرام يحتوى على اوكسيجين ١٠٫٧٢٦

فحم ١٠٫٢٧٤

والكيلوغرام الواحد من الفحم ينتج اذا حرق $\frac{١٠٠٠}{٢٧٤}$ مترمكعب من حمض الكاربونيكى = ١ كيلوغرام

كيلواغرام

وزن الاوكسيجين ٢٫٦٥٠١

وزن لازوت المنسوب لهذا الاوكسيجين ٩٫٩٩٦

وزن مساوى للوزن المذكور اعلاه من الاوكسيجين

ومن الازوت الذى يدل على الهواء الغير المحلل كيلوغرام

الذى يمر فى الفرن ١٢٫٦٤٦

وزن الفحم الكلى من الاوكسيجين ومن الازوت ٢٦٫٢٩٢

اجسام

مترمكعب

غاز حمض الكاربونيك ١٫٨٥٠١

حجم الازوت والهواء المحلل ٧٫٠٦٩

مترمكعب

حجم الهواء الغير محلل ٩٫٩٢٥

١٩٫٤٦٥

حجم كلى بعد الاحتراق

وقد رأينا انه يلزم بالاقل لحرق كيلوغرام واحد من الفحم استعمال ٢٠ متر

مترامكعبا من الهواء الجوى الذى ينشأ عنه على العموم ١٩٫٤٦٥

كيلوغرام

من الدخان الذى يزن ٢٦٫٢٩٢ ويزن المتر المكعب من الدخان الحاصل

كيلوغرام

بهذه العملية ١,٣٥٠ بخلاف المتر المكعب من الهواء الجوى فانه يزن

كيلوغرام

١,٢٩٨ فلذا ترى الدخان المرتفع على حرارة صفر مثل الهواء الجوى ينزل عوضا عن كونه يصعد ويرتفع

ويزيد حجم الغاز فى نسبة $\frac{١}{٢٦٧}$ لكل درجة من الحرارة وحينئذ يسأل ويقال ما عدد الدرجات اللازم لكى يكون للدخان ثقل خاص مثل الهواء الجوى فالجواب اننا نجد بنسبة بسيطة انه يكفى رفع حرارة الدخان الى درجة ١١,٤٧ فوق حرارة الهواء الجوى وهذا الفرق يستعمل فقط لوضع الدخان فى المعادلة مع الهواء الجوى من غير أن يصعد او ينزل فعلى ذلك يلزم اكتساب هذا الفرق وكل جسم من الحرارة التى تفوق هذه الحرارة يستعمل لجعل الدخان خفيفا جدا وبالجملة لكى تصعده فى الانبوبة بقوة محركة مفروضة عن فرق الاثقال النوعية للهواء والدخان

وقد اردنا أن نحدد بالحساب سرعة الدخان فى أنابيب المدخنة من غير أن نعتبر فى ذلك سوى فرق ضغط الهواء الجوى فى أطراف المدخنة و بذلك لم نصل الا الى نتائج بعيدة عن الحقيقة جدا

ونبدى نصائح لمن أراد معرفة هذا مع الدقة بان يستعمل عدة تجاريب مستقيمة لقياس سرعة حركة الدخان الصاعدة بواسطة آلة صغيرة تسمى انيمومتر توضع فى انبوبة المدخنة و بواسطة آلة اخرى توضع فى رأس هذه الانبوبة

ولنلاحظ ان الهواء الجوى الغير المحلل الذى يختلط بمروره مع الدخان يلطف صعوده و يسهله

وفى الآلات البخارية يستعمل الخشب والتورب وفحم الارض فاذا استعمل الخشب فيلزم أن يكون ناشفا جدا واذا صار فحما فيكون استعماله

انفع

انفع ولم ينشأ عنه دخان ينقص قوة الاحتراق وفى الفحم الحجرى المكربن منفعة مثل هذه

واما اذا كانت الحرارة فى سايل فان أجزاء الطبقة السايلة الملتصقة بالجدران الذى يفصلها عن النار هى التى تتمدد اولا و يقل ثقلها النوعى بهذه النتيجة وتصعد جهة سطح السايل ثم تعقبها الطبقة الثانية وتصعد بنفس هذه الطريقة الى كرات صغيرة لاترى عند ماتسخن هذه الكرات الصغيرة وهذه كيفية انتشار الحرارة فى السوايل وبقطع النظر عن الحركة الخفية التى ذكرناها يكون هنالك اتصال مباشرة بين حرارة طبقة واخرى ولكن هذا الاتصال قليل فلذا ظهر لنا بالتجربة انه من المفيد تسخين جملة من السايل لنفوذ الحرارة من الجزء الاسفل ومن المفيد ايضا تميزها عن الجزء الاعلا وبناء على ذلك يلزم لتسخين جملة الماء اللازم لاستعمال الآلات البخارية ان الحرارة تؤثر اولا فى قعر القازانات وكلما كان سطح القعر المتصل بالحرارة ثخينا كلما كان التسخين سريعا وبالجملة يحصل التصاعد وان لم يكن هنالك مانع فاعظم القازانات هى التى يكون قعرها اعظم من ارتفاعها

ومتى كانت الحرارة كبيرة جدا بأن لم يقتصر على الدخول فى الطبقة السفلا فقط بل انها تدخل ايضا الطبقة العليا فان جزئيات ماء الطبقة السفلى تستحيل الى فقاقيع بخارية و يزداد حجمها كلما قربت هذه الفقاقيع من سطح السايل

و بمجرد مايشرع الغليان فى سايل ما فان الحرارة تقف فيه وكذلك الحرارة الظاهرة الداخلة فيه تستعمل فى تصعيد جزء عظيم منه وهذه الحرارة التى امتصها السايل لكى يصير بخارا تكون جسيمة جدا مع ان البخار المتكون منها بلا واسطة لا يحدث ارتفاعا كبيرا من الحرارة مثل السايل المحدث له و يسهل معرفة ذلك بواسطة الترمومتر الداخلة بالتعاقب فى السايل وفى البخار معا وقد ظهر لنا بالتجربة انه يلزم ٦٥٠ جزأ من الحرارة او من الماء الحار لتصاعد كيلوغرام واحد من الماء الى درجة صفر

وقد يمنع الضغط الجوى تصاعد السوايل وكلما كان الضغط كثيرا كلما لزم زيادة

حرارة لاستحالة الماء بخارا فلذا ان هذا الماء فى عمق المعادن لا يستحيل بخارا الا بحرارة تزيد على ١٠٠ درجة واما فى الجبال الشاهقة فيستحيل بخارا بحرارة اقل من ١٠٠ درجة

ثم ان الغازات اوالسوايل المماثلة للهواء تسخن مثل السوايل بان يتكون عنها قاقيع خاصة تصعد وقاقيع باردة تنزل محلها ويكون اتصال الحرارة المستقيم كبيرا بين اجزاء الغازات اكثر منه بين أجزاء السوايل

ومتى قابلنا كميات الحرارة اللازمة لرفع الماء والغازات الاخر من درجة واحدة من الحرارة فاننا نصنع لبيان ذلك الجدول الآتى فنقول

	حرارة خاصه
ماء	١،٠٠٠٠
بخار الماء	٠،٨٤٧٠
هوى جوى	٠،٢٦٦٩
غاز ادروجينى	٣،٢٩٣٦
حمض الكاربونيك	٠،٢٢١٠
اوكسيجين	٧،٢٣٦٤
ازوت	٠،٢٧٥٤
اوكسيد الازوت	٠،٢٣٦٩
غاز اولفيان	٠،٤٢٠٧
اوكسيد الفحم	٠،٢٨٨٤

ومتى سخنت الغازات فتتمدد بالنسبة لارتفاع حرارتها وتزيد فى الحجم بالنسبة لكل درجة من الحرارة بالضغط المستمر ١ مقسوما على ٢٦٦،٦٧ او ٠،٠٠٣٧٥ من حجمها على حرارة صفر

والى مسيو جلوسالث ينسب بيان هذه الخاصة العظيمة المتعلقة بالسوايل المرنة بين ٠ و ١٠٠ درجة ووسعه بعد ذلك مسيو لوبتى وديلونغ فوصل الى اعتدالات كبيرة جدا

ويرى من التجربة كون الزمن الضروري لتحويل جملة من الماء البارد الى بخار يكون اكثر من الزمن اللازم لتوصيل هذا الماء الى الغليان خمس مرات اوستة

وان المتر المكعب من الماء المفروض في اعلا درجة من السخونة اعني الى ٣٫٨٩ درجات تقريبا محولا الى بخار بضغط ٧٦ سنتيمترا من الزيبق يشغل مسافة ١٦٩٦٫٤ متر مكعب

وعلى مقتضى هذا التعبير نرى ان مترا مكعبا من البخار بضغط ٧٦ سنتيمترا على حرارة الماء المغلى يزن ١٫٠٠٠ كيلوغرام مقسوما على عدد ١٫٦٩٦٫٤ او ٥٨٩ غراما

وعلى مقتضى تجربة مسيو جلوسالك يحدث الماء البارد المرفوع الى ١٩٫٥٩ درجة تحت صفر في الفراغ بخارا يوازن عامودا من الزيبق فوق ١٫٣٥٣ مليمتر على اعتدال الثلج الذائب ويوازن البخار عامودا من الزيبق يفوق على ٥٫٠٥٩ مليمتر وهذا احد كمية البخار الذي يمكن تكوينه في الفراغ الحاصل فوق كمية مطلقة من الماء على حرارة الثلج الذائب فعلى ذلك يوجد نسبة ضرورية بين زيادة البخار واعتداله ومتى شغلنا بطريقة مطلقة مسافة عظيمة من الفراغ بكمية معلومة من البخار يصير باردا بنفسه

واذا وضعنا مع البخار جسما صلبا او مايعا ابرد منه فان هذا الجسم يميل للسخونة

ومتى ادخلنا بخارا جديدا في مسافة محددة فان حرارة هذا البخار ترتفع ويزداد البخار الى حدود معلومة واذا تجاوز هذا الحد فان جزأ من هذا البخار يستحيل

الى سايل وتبقى شدته بعينها

ومتى وضعنا البخار مع جسم اقل حرارة منه فان هذا البخار يصل الى اعلا درجة من الزيادة بقدر الحرارة ويبرد بنفسه ويتحول جزؤ منه الى سايل حتى يأخذ البخار الباقى شدته الناشئة عن الحرارة الجديدة

وسنبين النتائج العظيمة التى جعلها الطبيعيون الذين عملوا عدة تجاريب فى قوة البخار بدرجات مختلفة من الحرارة وفى درجة الحرارة اللازمة لاحداث هذه القوة

وقد عمل فى انكلترة وفى فرانسا كل من وات وسوترن ودالبطون وبتانكورت وجلوساك ودولواج ولوبتى وكلمان ودوزورم وكرستيان عدة تجاريب على قوة البخار المختلف الحرارة

وتدل تجاريب مسيو سوترن وكلمان ودوزورم وكرستيان على مطابقة شهيرة نبينها بهذا الجدول الآتى فنقول

ضغطات معبر عنها بالضغطات الهوائية	درجات الترمومتر الموافقة لهذه الضغطات		
	سوترن	كلمان ودوزورم	كرستيان
	درجات	درجات	درجات
١	١٠٠	١٠٠	١٠٠
٢	١٢١ ٣٠	١٢١ ٥٥	١٢٢
٤	١٤٥ ٣٣	١٤٤ ٩٥	١٤٤ ٨٢
٨	١٧٣ ١١	١٧٢ ١٣	١٦٧ ٥٠

وقد انبنوا اجة قول ماريوت بالنسبة للانضغاطات المتوسطة وهو ان تسخين بخار الماء المضغوط يكون مناسبا للضغطات التى يحملها هذا البخار وبالجملة فقد يكون الحجم مخالفا بالكلية لهذه الضغطات اذا فرضنا ان الحرارة واحدة

وعلى حسب تجاريب مسيو جلوساك فى صحيفة ٣٧٢ و ٣٧٣

كلما ذكرنا ان البخار يزيد حجمه بقدر $\frac{١٠٠}{٢٦٦٦٧}$ لكل درجة من الارتفاع عند ما زادت حرارته وينقص في هذه النسبة لكل درجة من انخفاض الترمومتر المئينية يلزم عمل حساب الجدول الآتي

قياس الضغطات	حجم ١٠٠٠ كيلوغرام من البخار				
في درجات الترمومتر	في الجو	في ارتفاعات البارومتر بالزيبق	في ارتفاعات البارومتر بالماء	في مائة درجة	في الحرارة الموافقة لضغطه
درجة	درجات	ميلمتر	امتار	مترمكعب	مترمكعب
١٨٢ ٠٠	٠٠ ١٠	٠٠٧٦٠٠	١٠٣،٣٦	٠٠١٧٠،٠٠	٠٠٢٠٧،٩٨
١٧٧ ٤٠	٠٠ ٠٩	٠٠٦٨٤٠	٠٩٣،٠٢	٠٠١٨٨،٨٩	٠٠٢٢٨،٧٢
١٠٧٢ ١٣	٠٠ ٠٨	٠٠٦٠٨٠	٠٨٢،٦٨	٠٠٢١٢،٥٠	٠٠٢٥٤،٢٧
١٦٦ ٤٢	٠٠ ٠٧	٠٠٥٣٢٠	٠٧٢،٣٥	٠٠٢٤٢،٨٥	٠٠٢٨٦،٧٠
١٦٠ ٠٠	٠٠ ٠٦	٠٠٤٥٦٠	٠٦٢،٠١	٠٠٢٨٣،٣٣	٠٠٣٢٩،٦٥
١٥٦ ٧٠	٠٥ ٥٠	٠٠٤١٨٠	٠٦٦،٨٥	٠٠٣٠٩،١٠	٠٠٣٥٦،٨٦
١٥٣ ٣٠	٠٠ ٠٥	٠٠٣٨٠٠	٠٥١،٦٨	٠٠٣٤٠،٠٠	٠٠٣٨٩،٣٨
١٤٩ ١٥	٠٥ ٥٠	٠٠٣٤٢٠	٠٤٦،٥٢	٠٠٣٧٧،٧٧	٠٠٤٢٨،٣٦
١٤٤ ٩٥	٠٠ ٠٤	٠٠٣٠٤٠	٠٤١،٣٤	٠٠٤٢٥،٠٠	٠٠٤٧٧،٠٥
١٤٠ ٣٥	٨ ٣٣	٠٠٢٦٦٠	٠٣٦،١٨	٠٠٤٨٥،٧٠	٠٠٥٣٩،١٠
١٣٥ ٠٠	٠٠ ٠٣	٠٠٢٢٨٠	٠٣١،٠٠	٠٠٥٦٦،٧٠	٠٠٦٢٠،٧٤
١٣٢ ١٥	٠٢ ٧٥	٠٠٠٢٠٣	٠٢٨،٤٢	٠٠٦١٨،٢٠	٠٠٦٧٢،٣٦
١٢٨ ٨٥	٠٢ ٥٠	٠٠١٩٠٠	٠٢٥،٨٤	٠٠٦٨٠،٠٠	٠٠٧٣٣،٤٥
١٢٥ ٥٠	٠٢ ٢٥	٠٠١٧١٠	٠٢٣،٢٦	٠٠٧٥٥،٥٠	٠٠٨٠٨،٠٠
١٢١ ٥٥	٠٠ ٠٢	٠٠١٥٢٠	٠٢٠،٦٧	٠٠٨٥٠،٠٠	٠٠٨٩٩،٩١
١١٧ ١٠	٠١ ٧٥	٠٠١٣٣٠	٠١٨،٠٩	٠٠٩٧١،٤٠	٠١٠١٦،٦٦
١١٢ ٤٠	٠١ ٥٠	٠٠١١٤٠	٠١٥،٥١	٠١١٣٣،٣٠	٠٠١١٧،٥٩
١٠٦ ٦٠	٠١ ٢٥	٠٠٠٩٥٠	٠١٢،٩٣	٠١٣٥٩،٩٠	٠١٣٨٤،٣٦
١٠٠ ٠٠	٠٠ ٠١	٠٠٠٧٦٠	٠١٠،٣٤	٠١٧٠٠،٠٠	٠١٧٠٠،٠٠
٠٩٢ ٠٠	٠٠ ٧٥	٠٠٠٥٧٠	٠٠٧،٧٦	٠٢٢٦٦،٦٠	٠٢٢١٧،٢٠

٠٠	٠٨٢	٠ ٠٠٥٠	٠٠٣٨٠	٠٠٥،١٨	٠٠٣٤٠٠،٠٠	٠٢٣٢٩،٣٦
٠٠	٠٦٦	٠ ٠٠٢٥	٠٠١٩٠	٠٠٢،٦٠	٠٠٦٨٠٠،٠٠	٠٦١٩٨،٣٨
٤٥	٠٥١	٠ ٠١٢٥	٠٠٠٩٥	٠٠١،٣٠	٠١٣٦٠٠،٠٠	١١٨٠١،٠٠
٠٠	٠٣٨	٠ ٠٦٢٥	٤٧،٠٥	٠٠٠،٦٥	٠٢٧٢٠٠،٠٠	١٩٩١٧،٥٠
٠٠	٠١٢	٠ ٠١٤١	١٠،٧١	٠٠١٤٥٦	١٢٠٦٧٠،٠٠	٩١٧٣٥،٦٠

واوّل من عرف منفعة استعمال قوّة البخار مسيو واط لكن ليس بمجرّد ضغط الجوّ فقط بل بضغط ١/٢ ١/٣ ١/٤ ١/٨ من الضغطات الجوية بأن يؤثر بقوته الطبيعية فاذا قابلنا على مقتضى تجاربه نتيجة كمية ثابتة من البخار الى ١٠٠ درجة أى ضغطة جوية من هذا البخار الذى يمتد طبعه فاننا نجد لامتداده هذا العدد أعنى

٧/٨ ٦/٧ ٥/٦ ٤/٥ ٣/٤ ٢/٣ ١/٢ ٠،٠ نتيجة

٣،٢ ٣ ٢،٨ ٢،٦ ٢،٤ ٢،١ ١،٧ ١

واذا ضربنا حجم البخار الناشئ عن كل حرارة فى الضغطة التى يحملها هذا الحجم فينتج معنا الثقل الذى يمكن أن يكون مرتفعا الى متر واحد واذا استدأنا بقاعدة واط على القوّة الحاصلة مدّة امتداد البخار فاننا نحسب بعد ذلك الثقل الذى يرفعه البخار وقت امتداده وعلى موجب هذه القواعد صنع مسيو كليمان الجدول الآتى الذى طبعه على ورقة واحدة مع الجدول المتقدم وهو هذا

الجو	قوة ميكانيكية: اللازمة لتحصيل واحد كيلواغرام من البخار	اللازمة لامتداد ضغط ٧١ درجة من الجو من ١٢ درجة من الحرارة	يكون واحد كيلوغرام من البخار مشتملا على ٦٥٠ ترم	اللازمة لكيلوغرام من الفحم الذي ينشأ عنه بالاحتراق ٧٠٥٠ ترم
	تحت دينام	تحت دينام	تحت دينام	تحت دينام
١٠	٠٢١,٥٠	١٠٦,١٢	١٢٧,٦٢	١٣٨٤,١٩
٩	٠٢١,٢٨	١٠٣,٨٠	١٤٥,٠٨	١٣٥٦,٦٣
٨	٠٢١,٠٤	١٠١,١٢	١٢٢,١٦	١٣٢٤,٨١
٧	٠٢٠,٧٦	٠٩٨,٣٤	١١٩,١٠	١٢٩١,٧٧
٦	٠٢٠,٤٥	٠٩٥,١١	١١٥,٥٦	١٢٥٣,٣٧
٥ ٥٠	٠٢٠,٢٩	٠٩٣,٣١	١١٣,٦٠	١٢٣٢,١٣
٥	٠٢٠,١٣	٠٩١,٣٥	١١١,٤٨	١٢٠٩,١٣
٤ ٥٠	٠١٩,٩٣	٠٨٩,٢٤	١٠٩,١٧	١١٨٤,٠٧
٤	٠١٩,٧٣	٠٨٦,٩٧	١٠٦,٧٠	١١٥٨,٢٩
٣ ٥٠	٠١٩,٥١	٠٨٤,٣٥	١٠٣,٨٦	١١٢٦,٤٩
٣	٠١٩,٢٥	٠٨١,٤١	١٠٠,٦٦	١٠٩١,٧٧
٢ ٧٥	٠١٩,١١	٠٧٩,٧٧	٠٩٨,٨٨	١٠٧٢,٥٧
٢ ٥٠	٠١٨,٩٦	٠٧٧,٩٧	٠٩٦,٩٣	١١٥١,٣٣
٢ ٢٥	٠١٨,٨٠	٠٧٦,٠٢	٠٩٤,٨٢	١٠٢٨,٢٣
٢	٠١٨,٦١	٠٧٣,٨٢	٠٩٢,٤٣	١٠٠٢,٥١
١ ٧٥	٠١٨,٣٩	٠٧١,٧٨	٠٨٩,٧٧	٠٩٧٣,٦٥
١ ٥٠	٠١٨,١٧	٠٦٨,٧٠	٠٨٦,٨٧	٠٩٤٢,٢٠
١ ٢٥	٠١٧,٨٩	٠٦٥,٤٩	٠٨٣,٣٨	٠٩٠٤,٣٥
١	٠١٧,٥٨	٠٦١,٦٥	٠٧٩,٢٣	٠٨٥٩,٣٥
٠ ٧٥	٠١٧,١٩	٠٥٦,٨٤	٠٧٤,٠٣	٠٨٠٢,٩٥
٠ ٥٠	٠١٦,٧١	٠٥٠,٣٠	٠٦٧,٠١	٠٧٢٦,٨٠
٠ ٢٥	٠١٥,٩٥	٠٣٩,٥٨	٠٥٥,٥٣	٠٦٠٢,٣٠

١٢٥ ٠	٠١٥،٢٥	٠٢٩،٤٠	٠٤٤،٦٥	٠٤٨٤،٣٨
٠٦٢٥ ٠	٠١٤،٦١	٠١٩،٦٥	٠٢٤،٢٦	٠٣٧١،٦٠
٠١،٤١ ٠	٠١٣،٣٩	٠٠٠،٠٠	٠١٣،٣٩	٠١٤٥،٢٣

وربما اخطأ الانسان واغتر اذا تفكر فى كونه يحصل مقدارا يقرب من النتيجة النافعة الناشئة عن الآلات البخارية بواسطة الجداول المذكورة فى صحيفتى ٣٧٦ و ٣٧٨ حيث انهما يعطيان قوة عظمى تفوق على حقيقة الاشياء وتجاوز الحدود فى المبالغة واما على مقتضى الجدول المذكور آنفا فاننا اذا اردنا حساب الوقود المنصرف والنتيجة الناشئة عن آلة البخار المتحركة بضغطة وربع من الضغطات الجوية وتكون قوتها مساوية لقوة عشرة خيول وتحدث على مذهب واط فى اربعة وعشرين ساعة قوة ٧٣ ديناما فاننا نجد ان كمية الوقود المنصرف فى اربعة وعشرين ساعة مساوية الى ١١٠٠ كيلوغرام

وكل كيلوغرام من الفحم يعطى ٧٠٥٠ ترما مقسومة على ٦٥٠ اللازمة كيلوغرام

لتحصيل كيلوغرام من البخار وهذا العدد يعطى ١٠،٩٤ من البخار وهذا العدد الاخير اذا ضرب فى ١١٠٠ يعطى لنا ١٢٠٣٤ كيلوغراما من البخار ونتيجة الف كيلوغرام من البخار على ضغطة جوية وربع تعطى لنا القوة المعبر عنها بهذا العدد ١٧،٨٩ ديناما فيلزم حينئذ ضرب هذا العدد فى ١٢٠٣٤ الذى يكون حاصله ٢١٥،٢٩ ديناما بخلاف القوة الحقيقة فانها لم تكن الا ٧٣ ديناما فبهذه الطريقة يفقد ثلثا القوة كما ظهر بالنظر فى حركة الآلات مثلا فعوضا عن ١٢٠٣٤ كيلوغراما الحاصلة من البخار لم تحدث آلة القرب وآلة القازان التى ابتدعها واط سوى ٥٨٠٠ اعنى اقل من نصف الحرارة باحتراق الفحم ومابقى من فقد القوة فهو الاسطوانة بالتسخين مع الماء البارد وباخراج البخار من المكبس وبطلومبات الخدمة المستعملة فى استخراج الماء البارد والهواء اللذين يخرجان من البرودة

بواسطة الاحتكاكات وغيرها

فاذن يلزم اعتبار الجداول المتقدمة بانها صالحة بالنظر لذاتها في كونها تبين لنا ان نتيجة الحرارة وقوتها تكون قابلة للاحداث وينشأ منها تشبيهات قابلة لان تبين لنا في العملية أي درجة تقرب الانسان من النتائج العقلية

فاذا اعتبرنا طرق استعمال قوة البخار المختلفة على العموم فانا نرى اولا انه يمكن استعمالها بضغط هين بمجرد القوة التي تحدث البخار الى ١٠٠ درجة بدون امتداد ولا تسخين ومتى تركنا بعد ذلك الامتداد يحدث قوته فاننا نزيد قوة جديدة على القوة الاولى كما ذكره واط وعلى حسب النسب التي بينها

ومتى احدثنا البخار على ضغط يفوق ضغط الجو البسيط فانه يمكنا الاكتساب من قوة البخار بدون تسخين بأن نفقد البخار الحاصل في كل مرة ثم يمكن منعه من الخروج الى ان يمتد اضغط الجو واذا اسخناهذا البخار فيمكن ان نضيف شيأ الى هذه النتيجة وبالجملة يمكن ازدياد هذه النتيجة النافعة بأن ندفع الارتخاء تحت الضغطة الجوية وينشأ عن هذه التراكيب المختلفة التي كل واحدة منها تزيد على النتيجة الكلية نتيجتها الخاصة عدة تراكيب آلات مختلفه وسنبين في الدرس الثالث عشر انه يمكن على مقتضى تجربة واط العمل بضغطة هينة بل وبضغطة تبلغ ضغطة هوائية ونصفا بان تكتسب مرة واحدة من الامتداد والتسخين وسنتكلم في الدرس الرابع عشر على التراكيب التي تحصل فيما يسمى بالضغطات المتوسطة وتبلغ أربعة أو خمسة من الضغطات الجوية التي تستعمل في الآلات ذات الضغطات الكبيرة التي تشتغل بعدد كبير من الضغطات الجوية

ثم ان مسيو كرستيان عمل على تحصيل البخار عدة تجاريب سنتكلم عليها بالتوالي فاستعمل قازانا مسبوكا كثيفا جدا مغلقا غلقا محكما بغطاء من مادته يدور على اطرافه مع اطراف القازان ومثبت عليه مع الصلابة بعدة مسامير وعمل هذا المعلم جميع الاحتراسات اللازمة بحيث يكون غلق هذا الغطاء محكما ويدخل الترمومتر المئيني في داخل القازان بعلبة مسدودة بكاين سدا

محكما ملتصقة بالغطاء مع غاية الدقة والضبط وترتفع الانبوبة القصيرة التى تجرى مع غطاء قناة تلك العلبة فى وسط هذا الغطاء وفى تلك الانبوبة زمام توضع عليه الواح منتظمة من نحاس فيها عدة منافذ مختلفة الاشكال والابعاد وهنالك اسطوانة صغيرة صلبة من نحاس معلقة فى طرف قضيب رفيع جدا من نحاس مثبتة على رافعة التوازن تسبح على وجه الماء وبها يعرف ميزان الماء فى القازان وبها يعرف ايضا كمية الماء المتصاعد وهنالك كيس صغير من المعدن يدخل فيه الجسم العوّام فى داخل القازان ويسكنه قهرا مع وجود ارتجاجات الغليان وهنالك انبوبة اخرى تنفتح قريبا من قعر القازان وتشق الغطاء المتصلة هى به بزمام له لولب محكم وتشترك مع جسم الطلومبة الكابسة المعينة لتأدية الماء للقازان ويكون جميع سطح القازان الداخلى مساويا ٣٦٤٠ سنتيمترات مربعة ثم ان ١٠ لترات ماء التى هى عادة تشحن القازان تكون متحدة مع سطح القازان الداخلى

سنتيمتر مربع

المساوى ٨٢ ر٣٩٣ ر١ ويكون المستوقد كبيرا بحيث يحمل القازان بابعاده وموضوعا بشرط ان الالتهاب يحيط بالقازان قبل ان يمرّ بالمدخنة ويكون جرّ الكانون متقنا بحيث يمكن تلطيفه مهما أراد الانسان مع غاية الراحة ولولا الماء لاحمرّ قعر القازان جدا من النار التى تحته وقت التجاريب ومتى كانت النار مرفوعة بكثرة على قدر الامكان فان قصبة الصفيح المكوّنة لقاعدة القازان تكون حمراء على الدوام فى ارتفاع نحو اربع دسيمترات

القسم الاول من التجاريب فى تحديد حصول البخار وخروجه من عدّة منافذ بواسطة النار القوية التى يمكن جعلها فى الكانون وحفظها على هذه الدرجة والاعتناء بها ويكون ارتفاع البارومتر ٧٦٥ ميليمترا اولا يكون للفتحة الاولى المثلثة ١٢ ميليمترا من الطول على ٣ من العرض وينتج من الاثنى عشرة تجربة ان حرارة الماء والبخار تكون باقية فى القازان على ١/٢ ١٠٥ درجة وبواسطة الحرارة المستعملة يتصاعد الليترلتر

من الماء

من الماء أو كيلو غرام واحد من الماء فى ٣ دقائق

(ثانيا) يكون للفتحة المستديرة القائمة الزوايا ٦ ميليمترات من الطول على ٣ من العرض ونهاية الحرارة فى القازان ١١٥ درجة ويتصاعد لتر الماء فى ٣ دقائق

(ثالثا) يكون للفتحة القائمة الزوايا ٣ ميليمترات من الطول على ٣ من العرض ونهاية حرارة الماء فى القازان ١٣٨ درجة فيتصاعد لتر الماء فى ٣٠ دقائق

(رابعا) الفتحة المستديرة التى قطرها ٢٥ ميليمترا تكون نهاية حرارتها ١٠٠ درجة ويتصاعد فيها لتر الماء فى ٣ دقائق

(خامسا) الفتحة المستديرة التى قطرها $\frac{1}{2}$ ١٢ ميليمترا تكون حرارتها فى القازان على ١٠١ درجة يتصاعد فيها لتر الماء فى ٣ دقائق

ميليمتر

(سادسا) الفتحة المستديرة التى يكون قطرها ٦٫٢٥ ونهاية حرارتها فى القازان ١١٢ درجة يتصاعد فيها لتر الماء فى ٣ دقائق

(سابعا) متى نزع غطاء القازان فتكون الحرارة ١٠٠ درجة ويتصاعد ٩ ليترات من الماء فى $\frac{1}{2}$ ٢٧ دقيقة

فينتج من القسم الاول من التجاريب ان تحصيل البخار يستدعى نفس هذه الكمية من الحريق مهما كانت درجة الحرارة التى بها يصل هذا البخار

وتبين لنا هذه التجاريب ايضا كيفية تحديد فتحة المنافذ القابلة لتحصيل البخار على جذب معلوم أو بالاختصار جذب البخار ذى ١٠٠ درجة من الحرارة

واستنتج مسيو كرستيان من هذه التجاريب ان سطح الفتحة الصغيرة جدا فى القازان لكى لا يحدث بنافوره مستمرة الا البخار ذا ١٠٠ درجة يلزم أن يكون تقريبا ٠٫٠٠١ جزء أو ١٢٠٠ من سطح الماء المعرض للنار

نسبة سطح المنفذ الى سطح الماء المعرض للنار	ارتفاع حرارة البخار وقت خروجه من هذا المنفذ
١٠٠٠ الى ١٢٠٠	١٠،٠١ درجة
٢٦٠٥	١٠٠،٠٥
١٠٥٢١	١١٥
٢١٠٤٢	١٣٨

وتبين لنا التجاريب المذكورة ايضا ان $\frac{6}{10}$ مترا مربعا من سطح القازان المعرض للنار يحدث فى كل دقيقة واحد كيلوغرام من البخار وهذه نتيجة بسيطة سهلة العمل فى الصناعة ومع ذلك يلزم ان نعتبر ان هذه النتيجة تتعلق بالنار القوية التى يمكن احداثها تحت القازان اى النار التى لم تكن معتادة فى الصناعة على الدوام وبناء على ذلك يلزم ان نعتبر ان هذه النتيجة من أعظم النتائج الكبيرة جدا واما مع النار المعتادة المنتظمة لا غير فانه لا يتحصل سوى ثلث أو نصف الكمية المذكورة

القسم الثانى من التجاريب التى تستعمل فى بيان زمن جريان اللتر الواحد من الماء الى بخار بواسطة منافذ بشرط ان تكون الحرارة المتوسطة المتعلقة بالماء فى القازان باقية على ١٠١ درجة مئينية لجميع المنافذ ويكون ارتفاع البارومتر ٧٦٧ ميليمترا

اولا الفتحة القائمة الزوايا يكون طولها ١٢ على ٣ من العرض يتصاعد فيها اللتر الواحد من الماء بواسطتها فى $\frac{1}{2}$ ٨ دقيقة

ثانيا الفتحة القائمة الزوايا من ٦ ميليمتر من الطول على ٣ من العرض مدة التصاعد المتوسطة لتصاعد اللتر من الماء بهذه الفتحة فى ١٨ دقيقة

ثالثا الفتحة القائمة الزوايا من ٣ ميليمتر من الطول على ٣ من العرض تكون مدة التصاعد المتوسطة للتر واحد من الماء بهذه الفتحة ٣٤ دقيقة

وفى هذه التجاريب كان يلزم تلطيف النار لكى لا يتجاوز ١٠١ من الدرجات المئينية وهذا ما يوضح مدة تصاعد الماء الطويلة

وبناء

وبناء على ذلك انه بواسطة منفذ تكون سعته ٠٫٠٠٢٦٠ جزأ من سطح الماء المعرض للنار الملطفة لكي لا يرفع البخار اكثر من ١٠١ من الدرجات المئينية ٦/١٠ امتار مربعة لا تكفي الالتصاعد كيلوغرام واحد من الماء في ٣ دقايق

وتبين لنا التجاريب التي ذكرناها آنفا ان مدة خروج ثقل معلوم من البخار من منفذ تكون تقريبا عكس سطح المنافذ وهذا مايدل على ان السرعة التي بها يخرج البخار من المنافذ تكون مناسبة لسطح تلك المنافذ وهذه نتيجة عظيمة من النتائج المشهورة وينبغي لنا ان نبين ايضا المنافذ الصغيرة التي يخرج منها الماء ويرتفع فوق ١٠٥ من الدرجات المئينية

وقد استنتجنا من القسم الاول من تسلسل التجاريب انه ماعدا الفتحة المناسبة لسطح الماء المعرض للنار لا يرتفع الماء اكثر من ١٠٠ درجة وذلك فيما اذا كان غطاء القازان مرفوعا بالكلية

واما السلسلة الثالثة من التجاريب فانها تستعمل لتحديد مدة جريان ثقل معلوم من البخار خارج من فتحة ثابتة ذات ٩ مليمترات مربعة على درجات مختلفة من الحرارة مع ارتفاع البارومتر الذي يساوي ٧٦٢ مليمترا

حرارة البخار في القازان	الزمن اللازم لخروج البخار من المنفذ
١٠٥ درجة	١٣ دقيقه
١١٠	٨ ١/٢
١١٥	٦ ١/٢
١٢٠	٥ ١/٢
١٢٥	٤ ١/٤
١٣٠	٣ ٣/٤
١٣٥	٣

واما السلسلة الرابعة من التجاريب التي تزيد فيها الحرارة من ١٠ ثم ١٠

درجات فانها تكون

١٠٠ درجة	٤٠ دقيقه
١١٠	$٨\frac{٣}{٤}$
١٢٠	$٥\frac{١}{٢}$
١٣٠	٤

وفى التجاريب المذكورة اعلاه يكون شكل المنفذ الذى يخرج منه البخار فى نسبة سطح الماء المعرض للنار كنسبة ١ الى ٢١٤٢ و٢ ويمكن استعمال هذه النسبة فى المقادير الكبيرة جدا ومن الغريب كون مدة سيلان كيلوغرام واحد من البخار على ١٠٠ درجة تكون فى ٤٠ دقيقة مع انها فى ١٢٠ درجة لم تكن الا فى $٥\frac{١}{٢}$ دقايق وينبغى لنا ان نلاحظ فى هذه الحرارة الاخيرة ان البخار لا يحمل ضغطا يكاد ان يكون متضاعفا فقط بل له كثافة متضاعفة ايضا بحيث ان عددا كبيرا من الاجزاء الصغيرة يمر من هذه الفتحة مع سرعة كبيرة

ثم ان مادة المجارى وطولها وقطرها له مدخل فى تضعيف الحرارة وبناء على ذلك تؤثر فى تقليل جذب البخار الذى يسيل من هذه المجارى فى زمن معلوم وقد عمل مسيو كرستيان فيما يتعلق بهذا الغرض عدة تجاريب فاستعمل لذلك مجارى من رصاص حيث ان هذا المعدن أقل توصلا للحرارة من النحاس والحديد

اول سلسلة من التجاريب مع مجرى من الرصاص لها ١٫٢ مترا من الطول على ٩ ميليمتر من قطرها الداخلى

حرارة البخار فى داخل المجرى	حرارته فى الخارج
١٠٠ درجة	$٩٩\frac{١}{٣}$
١٠١	$٩٩\frac{١}{٢}$
١٠٢	$٩٩\frac{٤}{٥}$

١٠٣	١٠٠
١١٠	١٠١ ٢/٣
١١٥	١٠٣ ٣/٤
١١٨	١٠٥

السلسلة الثانية من التجاريب تستعمل فى غطاء طول المجرى بواسطة كينارات من الجوخ

١٠٠ درجة	٩٩
١٠١	٩٩ ٢/٣
١٠٢	٩٩ ٣/٤
١٠٣	٩٩ ٤/٥
١٠٤	١٠٠
١١٠	١٠١ ٢/٣
١١٥	١٠٣ ٤/٦
١١٨	١٠٥

السلسلة الثالثة من التجاريب مع المجرى المتقدمة مغطاة بالكينار ومحولة الى ٨ امتار من الطول

١٠٠ درجة	٩٩ ١/٢
١٠١	٩٩ ٣/٥
١٠٢	٩٩ ٤/٦
١٠٣	١٠٠
١١٠	١٠٢ ٣/٦
١١٥	١٠٥ ١/٤

السلسلة الرابعة من التجاريب مع انبوبة قدرها ٨ امتار بدون غطاء

١٠٠ درجة	٩٩ ١/٣
١٠١	٩٩ ٣/٦

١٠٢	٩٩ $\frac{٣}{٤}$
١٠٣	١٠٠
١١٠	١٠٢ $\frac{١}{٤}$
١٦٥	١٠٤ $\frac{١}{٢}$

السلسلة الخامسة من التجاريب مع مجرى محولة الى ٤ امتار من الطول بدون غطاء

١٠٠ درجة	٩٩ $\frac{١}{٢}$
١٠١	٩٩ $\frac{٢}{٦}$
١٠٢	١٠٠ $\frac{١}{٤}$
١١٠	١٠٤ $\frac{١}{٦}$
١١١	١٠٥

السلسلة السادسة من التجاريب مع انبوبة قدرها اربعة امتار مغطاة بالكينار المذكور

١٠٠ درجة	٩٩ $\frac{٣}{٥}$
١٠١	٩٩ $\frac{٥}{٦}$
١٠٢	١٠٠ $\frac{١}{٤}$
١١٠	١٠٤ $\frac{١}{٣}$
١١٨	١٠٥

السلسلة السابعة من التجاريب مع انبوبة قدرها اربعة امتار من الطول بدون غطاء وتبل بالماء البارد الى ١٥٠ درجة من الطول على نحو نصف من الطول وعلى عدة مرات

١٠٠ درجة	نقطة البخار
١٠١	٩٩ $\frac{١}{٢}$
١٠٢	٩٩ $\frac{١}{٢}$
١٠٣	٩٩ $\frac{١}{٢}$

١٠٤

١٠٤	٩٩ ٣/٤
١٠٥	١٠٠
١١٠	١٠٣
١١١	١٠٣ ١/٢

وعلى مقتضى هذه التجاريب يرى انه لايظهران طبيعة الجوهر المركبة منه المجارى لاتؤثر شيأ في اتلاف الحرارة التي تحصل لمجرى البخار في حدود الطول الذى ذكرناه أنفا ويرى ايضا ان طول الانبوبة يؤثر تأثيرا بينا في فقد الحرارة وحيث اننا نفرض ان هذا الطول يساوى بالتوالى ١٢ مترا و ٨ امتار و ٤ امتار يلزم ان البخار يكون في مدخل المجرى على حرارة ١١٨ درجة من ١١٥ درجة ومن ١١١ درجة لكى تكون الحرارة في مخرج هذه الانابيب الاصلية محوّلة الى ١٠٥ من درجات الحرارة

ومتى كان قطر المجرى صغيرا جدا بالنظر الى كمية البخار التي يخرج بها في زمن معلوم فيكون فقد الحرارة جسيما جدا فلذا يظهر لنا اذا اعتبرنا التجاريب المعمولة مع المجرى التي قطرها ٩ ميليمترات ومع التجاريب الاخر المصنوعة مع المجرى التي قطرها ٢٠ ميليمترا والمجرى التي قطرها ٢٣ ميليمترا وبالجملة متى رفعنا الحرارة مع هذه المجرى الاخيرة الى ١٠٦ من درجات الحرارة في القازان فانها لم تنزل الا الى درجة ١٠٥ في مخرج الانبوبة التي طولها ٤ امتار

وهذه التجاريب التي يجب ذكرها توصلنا الى مباحث من هذا الجنس مقوية لتعيين الابعاد التي تصلح لعدّة اجزاء من آلات البخار

ولاجل احداث دينام واحد من القوة مع آلات البخار على حسب طريقة مسيو واط يلزم (اولا) ٨٥ كيلوغراما من البخار وبالجملة يلزم قدر هذا العدد من الماء المراد دخوله في القازان (ثانيا) ١٨ كيلوغراما من الفحم وقدر ذلك ست مرّات من المياه وست مرّات من الفحم تعطى لنا قوّة الحصان

فى اربعة وعشرين ساعة ويمكن ان تستعمل هذه التجاريب البسيطة فى حساب الابعاد التى تكون فى الاجزاء الاصلية من الآلات التى سنذكرها فى الدرس الآتى تفصيلا

وسنتكلم فى هذا الدرس على الكوانين على موجب استعمال واط وهنالك كوانين أخر موضوعة بكيفية بحيث ينفذ الدخان فى المستوقد لاحتراقه وذلك كالافران اوالكوانين التى تخفى الدخان ولا ينشأ عنها فوائد كثيرة الا اذا حرق فيها جلة جسيمة من الوقود دفعة واحدة وبها يحصل أولا على توفير جزء من الوقود المفقود على حسب العادة وزيادة على ذلك تنقص الضرر العظيم الذى يحصل فى كثرة الدخان الذى يخرج من مداخن آلات البخار وتشغل الجو وتنقسخ منها الاشياء التى تمر عليها وتترك فيها ذرات صغيرة من الفحم وغيره

ويصير هذا الضرر جسيما فى المدن الكبيرة كمدينة برمنغام و لونده اللتين يحرق فيهما كمية كثيرة من فحم الحجر فى عدة مداخن من البيوت والصنائع

* (الدرس الثالث عشر) *

(فى الكلام على آلات البخار على طريقة واط)

واول من ذكر فى سنة ١٦٦٣ من الميلاد وصف التركيب الذى يشبه تركيب آلات البخار هوامير وورستير حيث عرض فى شأن استعمال قوة الماء البخارية لرفع الماء اكثر من ١٢ مترا اذا جبرانسان على كونه يدور لولبين بالتعاقب يلزم ان الماء البخارى متى فرغ من الاناء الاول لابد وأن يكون اناء ثان مملوأ من الماء البارد يدور فى نوبته وهكذا الى مالانهاية

وبعد مدة ابتدع پاپن حلته المشهورة المغلوقه التى ماؤها ساخن جدا بحيث يكون فيه قوة لذوبان العظام وجواهر اخر حيوانية صلبة والتزم بأن يستعمل قوة البخار الكبيرة كالقوة المحركة وان لم ينجح فى تجاريبه

واما الامير ساورى فانه لما كان اوفر حظا من پاپن نجح فى رفع كميات قليلة من الماء على ارتفاعات صغيرة وان لم ينجح فى نفاد المعادن العميقة

وعلى مقتضى قانونه الذى عرضه فى شأن رفع الماء الى ارتفاع لم يزد عن ١٠ امتار حدثت عدة آلات وبنوا من هذه الآلات جملة كبيرة فى احدى ملاحات جنوب فرانسا التى يلزم فيها رفع الماء الى ٥٠ , ٥ امتار فقط وعيب آلة ساورى هو كثرة التكاليف ومصاريف البخار وبالجملة كثرة الوقود وظهر لنا بالتجربة ان $\frac{11}{12}$ جزأ بالاقل من البخار الحاصل تكون ساخنة بلا فائدة والذى يكون مستعملا منها مع الفائدة النافعة هو $\frac{1}{12}$ فقط وقد بذلنا جميع المجهودات فى تنقيص ضياع البخار فى الآلة المذكورة التى عيبها كونها تخلط هذا البخار مع الماء الذى ترفعه

ومن جملة مهندسى معادن كورناى الذين كانوا يشتغلون كثيرا بطرايق تطبيق آلات البخار فى تصفية المعادن نووكومان الحداد وهو الذى أراد حل هذه المسألة وهاك صورة الآلة التى اخترعها

وهى أن البخار يخرج من القازان الكبير بانبوبة عمودية ويرتفع فى اسطوانة تحتوى على مكبس ويكون الجزؤ الاسفل من الانبوبة محكم القفل بلوح معدنى دائر حول محور عمودى متحرك بواسطة ملوى صغيرة ويحمل المكباس قضيبا رأسيا يوجد فى آخره سلسلة مثبتة على قوس دائرة مثبتة على رافعة ويحمل الفرع الآخر من الرافعة قوسا من الدائرة وسلسلة معلقة فى مكباس الطلومبة المعينة لرفع المياه ويوجد فوق الاسطوانة صهريج يشترك مع القاعدة السفلى من الاسطوانة بانبوبة منحنية وهناك لولب ذو ملوى يمنع عند الاحتياج مرور الماء بهذه الانبوبة المنحنية ويسهل الآن معرفة حركة الآلة وهو اننا اذا أردنا رفع مكباس الاسطوانة فاننا نقفل الحنفية التى تمنع دخول الماء فى الاسطوانة ونفتح الحنفية التى تخرج البخار الذى يتمدد فى الاسطوانة ويرفع المكباس ومتى بلغ المكباس نهاية سيره فاننا نقفل حنفية البخار ونفتح الحنفية الاخرى فى الحال ينزل ماء الصهريج فى الاسطوانة وحيث انه ابرد من البخار فانه يستعمل فى معادلته ومتى تحول هذا البخار الى حجم قليل جدا فان ضغطة الهواء المؤثر فى المكباس تصير قوية وتنزل هذا المكباس وفرع الرافعة المقابل له

معاوير تفع الفرع الآخر من الرافعة بهذه الحركة وبالجملة يرفع مكباس الطلومبة المعدّة لتصفية المياه

ويرى على حسب ماتقدم ان طريقة ساورى كانت تحرك طلومبته بضغطة البخار والجو المتعاقبة بخلاف آلة نووكومان فانها كانت ترفع الماء بضغطة الهواء فقط وانما البخار كان مستعملا فيها كطريقة السرعة التى تحدث فراغا بالواسطة التى بها تحرك الضغطة الهوائية على الرافعة التى تنقل القوة المحركة ولا يلزم مع آلة نووكومان استعمال البخار ساخنا جدا بل يمكن أن تجرى العملية بدرجات لطيفة من الحرارة وبناء على ذلك نوفر جملة من الحريق ولم تخش ضررا ولنبين ان نهاية قوة آلة نووكومان لا تتوقف على قوة القازانات والاسطوانات لاجل مقاومة ضغط البخار بل تتوقف على الابعاد التى يمكن وضعها لها مع الفائدة كبقية اجزاء الآلة وبالجملة يمكن تطبيق آلة نووكومان مع السهولة لتوصيل القوة المحركة على كل نوع من انواع الآلات بواسطة الرافعة التى تستعمل فيها

وقد شرعنا سنة ١٧٠٥ فى أن نستعمل هذه الآلة وفى سنة ١٧١٢ صار اغلب مشكلات استعمالها فى غاية السهولة وقد شرعوا فى ابطال شغل الرجال لكى تفتح وتغلق الحنفيات تارة واخرى وأجريت هذه العملية لحركة الرقاص الاعظم ولم يحصل للآلة استكمال مشهور سنة ١٧١٧ وينبغى التنبيه على فائدة آلة نووكومان

وقاسوا حرارة الماء المستعمل فى تسخين البخار فى هذه الآلة عندما يخرج هذا الماء من الاسطوانة بعد التسخين فوجدوا ان حرارة الماء تتغير من ٦٠ الى ٨٠ درجة مئينية وهذا هو ارتفاع الحرارة الاعظم الذى يبين لنا ان البخار فى الاسطوانة وقت انقياده لضغطة الهواء يوجد فيه مقاومة عظيمة جدا ولآلة نووكومان ضرر آخر وهو كونها تبرد المكباس والاسطوانة برش الماء وبالجملة متى كان المكباس والاسطوانة باردين فانهما يساعدان على تبريد البخار وقت نزول الماء ثانيا ويضعفان قوة النتيجة وسرعتها

وقد نبه ارباب الميكانيكة على انه في حركة المكباس المتوالية التي تستعمل في نزح المياه يلزم أن يكون صعود هذا المكباس أسرع من نزوله وفي النزول تنقص المقاومة وفي الصعود ينقص ضياع الماء ولم تزل آلة نووكومان تستعمل في ارتفاع المياه دون غيرها الى عصرنا هذا ومع ذلك ففي سنة ١٧٥٨ اعطى مسيو كان فيتزجرالد في المصطلحات الفلسفية طريقة في تحويل الحركة المتوالية المنسوبة الى آلة نووكومان الى حركة الدوران المستمرة بتركيب الطارات المضرسة والمدورة بشرط أن تكون الطارة الاولى المضرسة مثبتة على الرافعة الكبرى واول من عمل هذا التحويل ونجح فيه هو مسيو واط والضرر الاصلي في آلة نووكومان هو كثرة الوقود في شغلها ومثلها التي يكون قطر اسطوانتها ١٫٢١ متر وتشتغل ليلا ونهارا بحيث تحرق في السنة نحو ٤٦٥١٢٠٠ كيلوغرام من الفحم العظيم واذا أردنا نزح المياه من معادن الفحم كما نستعمل ذلك في حرق قطع الفحم التي يمكن بيعها مع المشقة فينشأ عن هذه الآلات كثير من المنافع ويمكن استعمالها ايضا في بعض معادن اخر لتأدية المياه الضرورية للولايات العظيمة المتسعة وكذلك لبعض الاشياء النافعة وبالجملة تستعمل في جميع ما يقتضي جملة كبيرة من الوقود لتحصيل المطلوب ولكن في اغلب الاحوال يمنع الاسراف في الوقود استعمال هذه الآلات

ولما استكشف الحكيم بلاك كمية الحرارة الخفية التي يمتصها الماء لكي يصير بخارا عرفنا من هذا الاستكشاف أن نعطي لآلة نووكومان درجة جديدة في الاستكمال والاولى أن نقول أن يعمل منها آلة جديدة وهذا من أعظم المنافع التي احدثها جام واط في العلوم والصناعة وقد عرف الحبر بلاك بالتجربة أن كمية البخار الناشئة عن الحرارة التي تفوق على الغليان تكون مناسبة دائمة لسطح الآنية المعرض للنار بالمباشرة سواء تركنا البخار متفرقا بمجرد حصوله او تركنا الحرارة مجتمعة في الماء ثم فتحنا

الآنية بعد ذلك لكي يخرج البخار منها

ومن هذه الحوادث ينتج أن من المستحيل توفير كمية الحرارة الضرورية لتحويل الماء الى بخار ولكن يمكن توفير الحرارة بحيث لا يفقد منها شئ كثير وهذا ما عمله جام واط فشاهد اولا تسخين اسطوانة آلة نووكومان وتبريد هذه الاسطوانة

وهذا ما ينشأ عنه ضياع الحرارة بدون منفعة حقيقيه وهذه المشاهدة هي التي وصلته الى تسخين البخار خارج الاسطوانة وهذا هو الاستكمال الاكبر الاصلي الذي ينسب الى واط

وقد بينا في اللوحة الثامنة على مقتضى طريقة واط مسقط قازان البخار الافقي الرأسي ويدلنا شكل ١ على ارتفاع القازان بالطول المشاهد في الخارج وشكل ٢ يدل على ارتفاع هذا القازان في جهة عمودية على شكل ١) ويكون هذا القازان مشاهدا من جهة المستوقد (و شكل ٣) يدل على مسقط المستوقد الافقي وعلى وضع القازان وسنتكلم على بعض تفاصيل تخص العمارة فنقول

ان مستوقد ف يتركب من جملة قضبان متوازية غليظة من الوسط اكثر من الاطراف ويكون بين بعضها مسافة كافية لنفوذ الهواء ومسافة د الفارغة هي محل الرماد الذي تغطيه شبكة ج وقازان ش الذي يمكن عمله من صفائح الحديد أو النحاس المجتمعة بواسطة رؤس المسامير المعينة أقفية في الشكل وشكل هذا القازان مثل شكل الاسطوانة التي تكون اضلاعها وقواعدها رأسية محيط احدى القواعد كما يشاهد في شكل ٢ يكون محدبا ونصف دائرة من أعلى ويكون مجوفا من الجهتين كما يكون مجوفا من أسفله ويرى في الجزء الاعلا من هذا القازان فتحة ح التي تسمى بثقب الاسنان وتستعمل لدخول الشغال منها في القازان لاجل مسحه وتصليحه وينبغي أن تكون هذه الفتحة صغيرة مهما امكن فيكون كبرها باقيا على حالة واحدة مهما كانت سعة القازان

وفى شكل ١ و ٢ حرف ت يدل على الانبوبة التى تستعمل لادخال البخار فى اسطوانة الآلة ويعبر عن سدادة الامن بحرف ص ويمكن أن نرى سدادة من هذا الجنس مصورة فى لوحة ١٢ شكل ٥ ف.

وبالجملة حرف أ شكل ١ و ٢ يدل على الانبوبة المغذية التى بواسطتها يصل الماء الى القازان وشكل ٤ يدل على قطع مفصل عن هذا المجرى وسنوضح عن قريب التركيب الذى تعلق فيه

ويسهل علينا معرفة السير الذى تتبعه الحرارة فى شكل ١ و ٢ عندما تخرج من مستوقد ف ويدور جزؤ ½ تحت القازان ويأتى آخر هـ ومع ذلك يمكنه أن يمر من هنالك على طول اضلاع هـَ و هـً شكل ٢ ويأتى فى هـً شكل ١ ومن ثم يصير القازان ساخنا ليس من الجزء الاسفل فقط بل فى جميع امتداده من اضلاعه الاربعة الرأسية المنتصبة وبعد تدويره بطريقة محكمة يأتى اللهيب والدخان فى مجرى ١ شكل ٣ ثم فى المدخنة التى يستدل على مسقطها الافقى بحرف ك شكل ٣

ولنصف الآن الجهاز المغزى شكل ٤ فنقول ان حرف ث يدل على المقطع المصنوع رأسيا فى جهة طول القازان و أ يدل على انبوبة الغذاء كما ذكرناه آنفا ويدخل بطرفه الاسفل فى ماء القازان ويحمل فى طرفه الاعلا حوض ر الصغير الذى يشترك مع الانبوبة بالفتحة التى تقفلها السدادة وتحمل هذه السدادة قضيب ت المعلق على رافعة ل لَ المعلق فيه بقضيب تَ جسم ف العوام الذى يسبح على وجه ماء القازان ويصعد هذا الجسم العوام وينزل مع مساواة الماء المستمر فى القازان ومتى صعد الماء فانه يصعد معه ذراع لَ وينزل ذراع ل المنسوب من رافعة ل لَ وقضيب ت ينزل ويقفل مع السدادة المثبتة عليه فتحة الانبوبة المغذية وبعكس ذلك متى نزل الماء المستمر فى القازان فان الجسم العوام ينزل بكثرة وكذلك ذراع لَ من الرافعة ينزل وذراع ل يرتفع وبالجملة قضيب ت

ينزل مع السدادة الصغيرة وهذا مايسوغ للماء المغذى النزول من الحوض في القازان وبهذه الطريقة يلزم أن لا يكون في القازان الا الماء اللازم لاستعمال آلة البخار بحيث لا يكون قليلا جدا ولا كثيرا جدا

وهناك جسم عوام آخر يعبر عنه بحرف ف موضوع في انبوبة ا المغذية ومعلق في سلسلة ض ض ض وتشق هذه السلسلة الحوض بان تمر في مجرى معدنية رأسية وتدور على بكرتي ح حَ لكي تتعلق بالفرن ومتى صار البخار في غاية السخونة وكان ماء انبوبة ا مدفوعا بقوة شديدة جدا فان جسم ف العوام يصعد مع الماء ويقفل فم الفرن بالنسبة لارتفاع الجسم العوام وبهذه الطريقة ينقصون شدة الاحتراق وبها تنقص شدة البخار في القازان

وشكل ٥ يدل على جسم ف العوام ورافعة ل لَ تحمل الدليل المعبر عنه بحرف ے الذي يمشي على قوس شـ المدرج ويستعمل هذا المدرج في معرفة ارتفاع الماء في القازان معرفة جيدة

ويجب علينا الآن بعد ما وصفنا طريقة حصول البخار أن نبين حركة آلة واط في الطريقة السهلة وهي الطريقة التي نسميها بذات النتيجة البسيطة ثم نوضح الحركة ذات النتيجتين وتختلف آلة واط ذات النتيجة الواحدة عن آلة نووكومان ذات النتيجة الواحدة ايضا بكون البخار يشتغل دائما سواء كان في صعود المكباس او نزوله بخلاف آلة نووكومان فانه لا يؤثر فيها الا في صعود المكباس فقط

ولنبحث الآن على حالة الآلة العمومية شكل ٢ لوحة ٥ فنقول حرف ســ الذي هو طلومبة التفريغ الدالة على نتيجة الآلة وتحرك بقوة رقاص ح ث خ وحرف ب بَ يدل على الاسطوانة وحرف س يدل على المكباس الذي بصعوده ونزوله يحرك رقاص ح ث خ وحرف ا هو القازان الذي يوصل البخار تارة فوق مكباس س . وتارة تحته بانبوبة ـ في وسط سدادتي ت تَ وتكون اسطوانة ب بَ

مغلوقة

مغلوقة من اعلا ومن أسفل بألواح من حديد ملصوقة مع الصلابة على محيط هذه الاسطوانة

ولنفرض الآن أن مكبس ص يوجد في أعلاسيره

فعند ذلك تنقفل سدادة ت وتفتح سدادة ت وينتقل البخار من القلوات في جزء الاسطوانة الاعلا المعبر عنه بحرف ب وينزل المكبس بثقله ويدفع هذا البخار

[illegible] سدادة ت العليا تقفل [illegible] السفلى [illegible]

وحينئذ يجد البخار المجتمع في سعة ب منفذا من سدادة ص بمجرى ق ن و ق في سعة ب السفلى من الاسطوانة

وينتقل هذا البخار في هذه السعة السفلى عندما يجبر ثقل جميع الاشيا المعلقة في ذراع ش خ من الرقاص ويرفع ذراع ش ح الآخر الذي يصعد مكبس ص

وهنالك يضغط البخار على حسب مرونته المكبس من اعلى ومن أسفل على حد سوا وبناء على ذلك لا يؤثر هذا البخار اصلا في ميزان رافعة ح ش خ

ومتى وصل مكبس ص اعلا الاسطوانة فان سدادة ت السفلى تقفل ثانيا وسدادة ت العليا تفتح فحينئذ يدخل البخار الجديد في سعة ب العليا لكي ينزل المكبس ثانيا كما شاهدناه

ولكي ينزل المكبس يلزم تزيع البخار المجتمع في سعة ب السفلى من الاسطوانة وهذا يعمل بجهاز المبرد او المسخن وهو الذي بقي علينا وصفه

وهذه الطلومبة تدل على مجرى ون ك ل التي تتصل بذراع انبوبة ق وتكون ذراعي ك و ل اللذين يوجد في كل واحد منهما طلومبة معتادة وهاتان الطلومبتان يتحركان برقاص ح ش خ

وفي مجرى ق ن يدخل فرع ے من انبوبة يكون فرعها الآخر ح منغمسا في الماء البارد الذي يحتوي عليه حوض ه وسدادة ح تبيح

أو تمنع دخول الماء المبرد فى الانبوبة

ومتى حصل ذلك فان سدادة ت تقفل عندما تفتح سدادة ح ويصعد الماء البارد بفرع سه من السدادة ويخرج جهة البخار المجتمع فى قوى ب ق ق وهذا الماء يسخن البخار ويقع على هيئة مطر جهة قاع ع ويفتح سدادة م ويمر حينئذ فى جزء ن وفى هذا الزمن يخرج من البخار الغير المسخن ومن الهواء الجوى ماء بارد

ويسهل المرور بطلومبة ك الجاذبة التى يرتفع مكبسها متى نزل مكبس ض بحركة رقاص ح ث خ ويخرج الهواء الجوى بقوة هذه الطلومبة وبطلومبة ز ايضا

وبهذه الطريقة يشتغل البخار المسخن والماء المبرد والهواء الخارج من هذا الماء ومن البخار الغير المسخن حرارة نحو ٤٠ درجة فى نقطة ن ولا يمكنها التأخر وبالجملة فمتى نزل مكبس ض الى اقصى درجة فانه يشرع فى الصعود ثانيا وحيث كان البخار اخف من الهواء فيعلوه بمروره ويدفع الهواء الذى يفصله عن الماء البارد ويضغط الماء البارد باتحاده مع سدادة م ويقفل هذه السدادة ومع ذلك فان مكبس ك ينزل عندما يصعد مكباس ض فبناء على ذلك يلزم ان الهواء والماء المنحصرين فى ع ن يمران فوق مكباس ك لكى ينضغطا فى نقطة ل عندما يصعد مكباس ك

ثم ان طلومبة ز الثانية الجاذبة الكابسة تنقل الماء المنحصر فى نقطة ل الى مجرى غ لكى تنزل فى قازان ا وحيث كان الهواء اخف من الماء فانه يخرج من انبوبة ث قبل أن ينزل ماء المبرد فى القازان

وثم طرق مخصوصة تستعمل لتنقيص فتح سدادة ح على حسب الارادة ولتلطيف سرعة تسخين البخار

وجميع الحركات التى ذكرناها تكون متحدة بحيث انها تعمل كلها بحركة الرقاص والمكابيس فقط ولم يحتج الانسان الالكونه يحفظ النار تحت القازان دائما

وقبل أن نعرف تفاصيل تركيب الآلة البخارية ذات النتيجة المزدوجة شكل ١ لوحه ٩ يجب علينا أن نبين بطريقة الاجمال كيفية تلقى

الحركة العامة وهي أن البخار عند خروجه من القازان يكون حاصلا بين اسطوانتي ت ت و ث ث اللتين محورهما واحد وبالجملة فان اسطوانة ث ث تحيط باسطوانة ث ث وبتركيب درجة ت التي تصعد وتنزل بفتحات ع و ع ير البخار بالتعاقب فوق مكبس خ وتحته بحيث يجبره بالنزول تارة وبالصعود أخرى ويكون هذا المكباس منتباداتما على قضيب ت الرأسي الذي ينقل حركته بواسطة متوازي الاضلاع ل م ن و رافعة ل ل التي تتحرك في مستوى رأسي حول محور ص الافقي وهذه الرافعة تصعد وتنزل مع مكباس خ ومن جهة ل يرفع ويخفض بالتعاقب يدا ف اليابسة التي تدور سلوى غ حول محور س الافقي ويحمل هذا المحور س طاير ق ق الذي يستعمل لانتقال الحركة مع الانتظام وبالجملة فمحور س ينقل عمل آلة البخار الى ما يسمى بعامود الطبقة

وبالجملة فالآلة التي وصفناها آنفا تغير الحركة المستقيمة من اعلى الى أسفل ومن أسفل الى اعلى مثل حركة مكباس خ الى حركة مستديرة مستمرة كحركة طاير ق ق وحركة عامود الطبقة المتحركة بمحور س

ولنبحث الآن عن كيفية انتقال البخار تارة من فوق المكباس وتارة من تحته وعن كيفية تجمع البخار من جهة المكباس عندما يخرج البخار المجتمع من الجهة الاخرى بتأثير الحرارة

وشكل ١ لوحة ٩ يدل في الآلة ذات النتيجة المزدوجة على قطع مواز لمستوى رافعة ل ل الكبرى وطاير ق ق

وبيان لوحة ٨ نعرف الطريقة التي بها يحصل البخار وقد رأينا انه عند خروجه من القازان يمر بانبوبة ت

ولوحة ٩ شكل ١) تدل اولا على اسطوانة ث ث المستقيمة الرأسية التي يتحرك فيها مكبس خ واسطوانة ث ث الظاهرة التي محورها مثل محور اسطوانة ث ث المستعملة غلافا لها وبينهما تين

الاسطوانتين يصل البخار من القازان من مجرى ت شكل ١ لوحة ٨)
وفى حرف ت شكل ١ لوحة ٩ يرى ما يسمى بالدرج وهو كناية عن
نصف اسطوانة رأسية مجوفة تتحرك فى تعشيق على صورتها وفيها يرى على
قياس كبير لوحة ١٠ سطح ت شكل ٢ وارتفاع شكل ١ و ب
بين الدرج والاسطوانة الخارجية اى غطاء ث ث فراغ به يتم مرّ البخار
الذى سنبينه بالتعاقب
ففى شكل ١ لوحة ٩ وشكل ١ لوحة ١٠ يكون الدرج
صاعدا مهما امكن وفى شكل ب لوحة ١٠ يكون نازلا بالكلية وهذه
هى حركة البخار فى هذين الموضعين
ففى موضع شكل ١ لوحة ٩ و ١ لوحة ١٠ الذى يكون فيه
الدرج عاليا ينتقل البخار الذى يوديه القازان من ص بين درج ت
واسطوانة ث لكى يصعد فوق اسطوانة ث ث مجرى ع وينزل
المكبس وفى وضع هذا الدرج يكون اسفل الاسطوانة مشتركا مع فتحات
ن ن مجرى ن شكل ١ لوحة ٩ التى توصل للمبرد أو المسخن
فعند ذلك يمضى البخار الداخل تحت المكباس
ومتى وصل المكباس الى آخر سيره فان الدرج يصعد ثانيا و ياخذ الوضع الذى
يدل عليه شكل ب لوحة ١٠
والبخار الذى يأتى من القازان ويرقى ص ينزل فى نقطة ن تحت المكباس
الذى يطلعه وبالعكس ينزل البخار المجتمع على المكبس فى نقطة ع وفى وسط
ت من الدرج الى ى لكى يرجع فى نقطة ن فى المسخن فاذن يصعد
المكباس
وشكل ١ من لوحة ١٠ يعرفنا الطريقة التى تكون بها سدادة ص
مفتوحة كثيرا أو قليلا وهذه نتيجة سنبينها
فاذن نقول ما الطريقة التى يصعد و ينزل بها بالتعاقب درج ت فالجواب
ان دائرة هـ الخارجة عن المركز شكل ١ لوحة ١٠ توضع على

محور ض من الطائر ويكون الطوق المعدني الذي تدور فيه هذه الدائرة مبنيا على مثلث م ن م وتكون ن التي هي رأس هذا المثلث متحدة مع رافعة ن ح خ المتقاسة بالذراع ونقطة ح تدل على محور ثابت تدور حوله الرافعة متى دارت الدائرة المختلفة المركز مع الطائر وهذه الدائرة تقدم مثلث م ن م تارة وتؤخره اخرى وهذا ما ينشأ عنه حركة صغيرة لذهاب رافعة ن ح خ وايابها وبالجملة فانه يصعد وينزل بالتعاقب طرف خ الذي يرفع وينزل قضيب ف ف الرأسي المثبت على النهاية السفلى من كرج ت (شكل ا ب) ومتى دار الطائر دورة كاملة فان المكبس يسير سيرا كاملا في الصعود والنزول وكذلك الدرج يسير مثله في الصعود والنزول مع غاية السرعة واذا ابتدأت الحركة مرة في السير تستمر على الدوام مع الانتظام

ولننتقل الى حالة التركيب المتعلقة لتسخين البخار فنقول انا نرى رافعة لَ الافقية شكل ا لوحة ٩ التي يطلع طرفها وينزل بالتعاقب قضيب ل الرأسي لكي يفتح ويغلق مجرى هـ للماء الذي ينصب في المسخن وتكون هذه الحركة المتوالية كحركة الدرج منتظمة برافعة ن ح خ المتقاسة بالذراع وتستعمل طلومبة ح لاخراج الماء المسخن وتكون هذه الطلومبة متحركة بجزء و د من متعلق بتوازي اضلاع ل م ن و وبالجملة فان كلا من مكباس حَ و ح يصعد وينزل في آن واحد

وفي الآلة ذات النتيجتين كما في الآلة ذات النتيجة الواحدة يكون الماء المبرد بعد أن يمص البخار ويقع من نقطة كَ الى نقطة كَ مرفوعا بطلومبة ح الاولى وبطلومبة حَ الثانية

وشكل ا يدل على كيفية تستحق الذكر هنا وهي مجرى ف فَ التي يمر فيها الهواء والماء المبرد المجذوبان بطلومبة ح وقد يخرج الهواء بلا معارض عندما يرفع لولب فَ ويقع الماء المبرد المصفى من هذا الهواء في حوض ر الذي ينزل منه في القازان بواسطة طلومبة حَ حَ

وهنالك طلومبة ثالثة ح َ ح َ تستعمل بجذب الماء البارد ولامتلاء حوض ر الذى يوصل فى نقطة هـ الماء المعد للتبريد

ثم ان لوحة ١١ تبين لنا على قياس كبير عدة تفاصيل مهمة من آلة واط المعبر عنها فى شكل ٢ لوحة ٩

وقد بينا فى لوحتين بحرفى ح ح مكبس الطلومبة الاولى التى تفرغ ماء التبريد وبحرف ف انبوبة تفريغ هذا الماء مع سدادة فَ واشكال ٥ و ٦ و ٧ لوحة ١١ توضح لنا هذه الاشياء مع الافادة والتفصيل ويرى ان ماء التبريد متى جذب تحت مكباس ح فانه يتف للولب ٥ ويكون مكبس ح متحدا بلولبى ش ش اللذين يفتحان عند ارتفاع المكباس ويمتنعان بضلعى ل ل المعبر عنهما بالقياس الكبير فى شكل ٥ و ٦ وعلبة م المشققة تنزل مكباس ح ح بزمع الاحكام

واشكال ١ و ٢ و ٣ و ٤ لوحة ١١ تبين لنا تفاصيل المكباس المعدنى ويكون هذا المكباس مركبا من قاعدة اسطوانية جارية من نافورة واحدة وتصنع الجوزة كما يرى فى نقطتى ف فَ فى المقطع شكل ٤ وعلى الجزء الظاهر من هذه القاعدة نضع مع الاستدارة كلا من صفى قطعتى ا ا الكرويتين المتضاعفتين المذكور مقطعهما فى شكل ٤ وارتفاعهما مذكور فى شكل ١ و ٣ وسطحهما فى شكل ٢ وتكون هذه القطع معشقة منتظمة ويكون الالتحام محكما بحيث يكون طرف الصف واقعا على طرف الصف الآخر فى وسط كل قطعة وبالجملة تكون ابواب ث ث مضمومة على ثبوات ء ء الافقية الموضوعة على جوزة ف ف واقول ان هذه الابواب تكون مضغوطة بعروتها وتدفع الى الخارج صف القطع وتجبره على كونه يلتصق مع الدقة والضبط مع جانب الاسطوانة الداخلى الذى يتحرك فيه المكباس قهرا عن استعمال الاسطوانة والمكباس المدرج ويرى فى شكل ٤ غطاء هـ هـ المثقب الذى يتم صلابة الآلة وهذا الشكل يبين لنا قضيب المكباس الذى صورته كصورة الزاوية الغايرة فى اسفل ش المتحدة مع

جوزة المكباس واما قطعة الحديد الافقية المعبر عنها بحرف ء فانها تضم القضيب الى الجوزة وهذا الانضمام يكون صلبا بسيطا

وفوق شكل ٢ يوضع في نقطة ث و ثَ و ء و ءَ مسقطا القبودنات الصغيرة التي يكون مضموما عليها هذان المسقطان وتكون هذه القبودنات مثبتة ببريمة على جوزة المكباس

ويبين لنا شكل ٨ على قياس كبير جدا حركة المدير أو حركة الحاكم المعبر عنه بحرف ز ز من شكل ١ لوحة ٩ والكور المعدنية المعبر عنها بحرف ز ز بتأثير القوة المتباعدة عن المركز كما ذكرناه في المجلد الثاني من هذا الكتاب في الدرس السادس تميل الى البعد عن عامود ب ب الرأسي متى ازدادت سرعة حركة دوران هذا العامود ولما تبعد هذه الكور عن العامود فانها ترفع طرف د المحيط بعامود ب ب ويرفع بواسطة الطرف الداخلي فرع فَ من رافعة ف فَ وبناء على ذلك ينزل فرع هذه الرافعة المعبر عنه بحرف ف وبذلك تدور ملوى غ وتغلق مع التدريج شيأ فشيأ سدادة ص وهذه السدادة ذات الحلقوم تفتح بالعكس عندما تتأخر الحركة وتقرب الكور من محور دورانها

وفي لوحة ١١ يدل شكل ٩ و ١٠ في قياس كبير على مقطعي انضمام رقاص ل لَ شكل ١ لوحة ٩ مع البيلة التي توصل الحركة للطائر فحرف ا هو رأس الرقاص وحرف ب هو بيلة التي تنقسم الى فرعي ١ و ٢ و ث ث هما الجامان من حديد كل واحد منهما يستعمل على فرعي البيلة و ء ء هما سندان من نحاس منضمين بالجامي ث ث و هـ هو محور الدوران و ف هو الحلقة المستعملة لتثبيت الاجمة على فرعي البيلة وتضم مساند ءَ كثيرا وقليلا على محور هـ وسازيد بعض تفاصيل أخر على آلة واط

وعلى غطاء المكباس يضعون قمع س شكل ١ لوحة ٩ من نحاس يتصل بباطن الاسطوانة ويكون لهذا القمع حنفية في جزءه الاسفل واذا اردنا دهان

جوانب الاسطوانة اولا لتلطيف احتكاك المكبس ثانيا لمنع مرور البخار من اعلا الى اسفل وكذلك من اسفل الى اعلا فنملأ القمع زيتا ونسده بغطاء محكم ثم نعرف الزمن الذى يكون فيه المكبس فوق سيره ونفتح حنفية القمع مدة الزمن اللازم لوقوع الزيت الذى يحتوى عليه هذا القمع على المكبس و يجرى على سطحه المايل من المركز الى المحيط

وفى اغلب آلات البخار يكون وضعها كوضع الطائر على بعض قراريط من بعد الحائط التى تفصل الآلة من المحل الذى تنقل منه الحركة فاذا نأخذ فى بعض الاوقات احتراسا نافعا وهو تثبيت لوح من حديد الزهر منقب عدة ثقوب موضوع على قوس دائرة يكون نصف قطرها اصغر من نصف قطر الطائر ومتى عملت بعض تصليحات للآلة تحتاج فى الغالب لطلوع المكبس ونزوله وفى هذه الحالة بواسطة الروافع التى تدخلها فى ثقوب هذا اللوح المسبوك من السبع معادن المضموم على ذراع الطائر نصل الى تدوير هذا الطائر مع السهولة وتتوقف قوة آلات البخار بالضرورة على مجهودات المكبس التى تحصل منه على حسب قوة البخار و بواسطة البارومتر الزيبقى الذى يسمى مانومتر يوضع مع البخار الذى

كيلوغرام

يخرجه القازان بقياس ضغط هذا البخار فاذا فرضنا انه يحدث ١ ر ٠٣٥

فى كل سنتيمتر مربع اعنى انه يتحرك بضغط الكرة الهوائية فقط وضربنا عدد

كيلوغرام

سنتيمترات سطح المكبس المربعة بهذا العدد ١ ر ٠٣٣٦ فانه يحصل معنا الضغط الكلى الحاصل على المكبس المفروض الثابت واذا ضربنا هذا العدد بالمسافة التى يقطعها المكبس فى جريانه الكامل فينتج معنا الزمن والقوة الديناميكية التى تحصل بضغطة المكبس وبالجملة ينشأ من هذه القوة المضروبة فى عدد ضربات المكبس التى تؤديها الآلة فى اليوم تأثير الآلة الكلى الذى تحدثه فى كل يوم وليست هذه الحسابات الا قاعدة تقريبية كما يرى حيث انها تفرض ان البخار يتحرك بالتساوى على المكبس مدة

سيره كما اذا كان ساكنا

(الدرس الرابع عشر)

(فى الكلام على الآلات البخارية ذات الضغط المتوسط والضغط العالى)

قد استعمل ارثور الوولى مع النجاح قوة البخار بضغطات اكثر من ضغطات الجو البسيطة وللآلة التى ابتدعها وصف مخصوص وهى ان لها اسطوانتين عوضا عن الاسطوانة الواحدة فى الآلات الاخر وارتفاع الاسطوانتين واحد واحداهما موضوعة على جانب الاخرى ومحورا هما رأسيان كمحور الاسطوانة الواحدة المستعملة فى آلة واط

ولنبين بحرفى ث ث شكل ٤ لوحة ١٣ الاسطوانتين اللتين يتحرك فيهما مكباسا ح ع المتحركان برقاص واحد وتتلقى مباشرة اسطوانة ث البخار المحرك الذى تأخذه من القازان بفتحتى ا ــ ويتصل الجزء الاعلا من اسطوانة ث بالجزء الاسفل من اسطوانة ث وكذلك الجزء الاعلا من اسطوانة ث مسبولك يتصل بالجزء الاسفل من اسطوانة ث وبالجملة فاسطوانة ث يكون لها اتصالان بالمسخن فى نقطة هـ ف وبواسطة السدادات يمكن فتح وغلق اتصال كل مجرى من ا ــ هـ ف مع الاسطوانات ومتى فتحنا منفذ ا من القازان مع الاسطوانة الصغيرة فان منفذ ث الذى هو بين اسفل الاسطوانة الصغرى واعلا الاسطوانة الكبرى يكون مفتوحا كذلك مثل منفذ ف الذى بين اسفل الاسطوانة الكبرى والمسخن وتكون الثلاثة منافذ الاخر التى هى ــ ــ هـ مقفولة وتفتح متى قفلت الثلاثة المتقدمة وبالجملة يلاحظ ان المكبسين يصعدان و ينزلان فى آن واحد فاذا فرضنا مثلا انهما يبلغان اقصى درجة من الارتفاع فى سيرهما متى ابتدأ البخار بالانتقال من القازان فى اسطوانة ث بمجرى ا فيدفع ذلك البخار المكباس الصغير من اعلا الى اسفل وبهذا الضغط ينتقل البخار الموضوع تحت مكبس ع فى الاسطوانة الكبرى بمجرى ث على مكبس ع

الذى ينزل مثل المكبس الصغير واما البخار الذى يوجد تحت المكبس الاكبر فانه يصير فى المسخن الذى فيه جذب الماء المبرد حيث انه مضغوط بهذا المكبس وبهذه الطريقة يصل المكبسان الى اقصى درجة فى سيرهما فاذن تنقفل منافذ ا ش ف وتنفتح منافذ ب ح هـ وبهذا تحصل النتيجة المخالفة وينتقل البخار الجديد اولا من القازان تحت المكبس الصغير والبخار الذى كان يوجد فوق المكبس الاصغر ينتقل تحت المكبس الاكبر ويرفعه وبالجملة يصير البخار المجتمع فوق المكبس الكبير ساخنا بمنفذ هـ الى ان يصعد المكبسان ويبلغا اعلا درجة من الارتفاع فى سيرهما

وينبغى لنا ان نلاحظ بان المكبس الصغير يكون مدفوعا بالبخار مع جميع قوة الضغط التى تكون له فى القازان بخلاف البخار الذى ينتقل من الاسطوانة الصغيرة الى الاسطوانة الكبيرة فانه يشغل مسافة كبيرة ويتحرك فى الامتداد وبالجملة نستنتج من قوته لامتداداته منفعة عظيمة واذا اعتبرنا كمية البخار المسخن فى كل ضربة من ضربات الرقاص فانا نرى ان البخار لا يسخن الا اذا كانت قوته المرنة مستعملة بطريقة نافعة فى معظم امتداده وهذا ما ينشأ عنه فائدة عظيمة جدا فى آلة واط المستعملة بدون حركة البخار يكملون فى كل ضربة من المكبس حجما من البخار يساوى حجم الاسطوانة من ابتداء المكبس الى القاعدة السفلا وذلك اذا كان المكبس فى النقطة العليا والى القاعدة العليا متى كان فى النقطة السفلا فعلى ذلك يوجد توفير جيد فى آلة وولف ويظهر لنا منها اعظم النتائج النافعة المتحصلة من الآلات المبنية على مقتضى هذه الآلة العظيمة

ولنتكلم الآن على بعض تنبيهات تتعلق بالآلات ذات الضغط العالى والمتوسط فى نسبة منتظمة فى اكدمية العلوم باسم الجمعية المنوطة باظهار الفوائد والمضرات التى تنشأ عن استعمال آلات البخار ذات الضغط العالى والمتوسط لا سيما بالنظر الى الامن العام ثم نشرع فى وصف آلات وولف ونتبعها بوصف آلات تروتيك وايوان

ونتكلم ايضا على الفوائد والمنافع التي تتعلق بآلات البخار فنقول

يلزم ان نعد من جملة الفوائد المعروفة للآلات ذات الضغط العالي الآلات التي تشغل قليلا من المسافة فاذا اكتفينا بصرف قوة مفروضة يلزم سعات كبيرة تحتوي على البخار المضغوط جدا اقل من السعات التي تحتوي على البخار الذي يتفاوت ضغطه قليلا عن انضغاط الجو

فيستفاد من ذلك ان الآلات ذات الضغط العالي يكون استعمالها حسنا اذا لم يكن هنالك مانع وكانت المحلات التي تستعمل فيها قليلة الاتساع وحجم الارض كبيرا جدا

واذا كان هذه فوائد في استعمال الآلات ذات الضغط العالي فيكون بالخصوص في المحلات التي لا يبيح فيها كثير من العمارات الصناعية والمساكن الخصوصية لكل عمارة من الورش الا كونها تأخذ مسافة قليلة الاتساع في مسافة قليلة المراد منها استعمال قوة كبيرة لاحداث نتائج عظيمة جدا

وكذلك يكون استعمال الالات ذات الضغط العالي مفيدا في داخل المعادن التي لا يؤخذ فيها الا مسافة قليلة بالنسبة للمسافة التي تؤخذ في الفلاة

فمن ذلك نرى ان الآلات ذات الضغط العالي تكون مستعملة كثيرا في المدن الصناعية والاشغال المعدنية

وللآلات التي لها ضغط عالي فائدة اخرى اكبر من الفائدة الاولى تتعلق بتوفير الوقود الناشئ عن تأثيرات الحرارة المرتفعة

ويمكن ان نبين هذا التوفير بطريقة حقيقية على مقتضى الحالة المحكمة وبالنسبة الى تأثير الآلات الكبيرة البخارية المستعملة في اشغال معادن قونتة كورنويل ببلاد انكلترة

ولاجل معرفة الفوائد التي يجب على اصحاب معادن كورنويل ومستخرجيها البحث عن وسائط ازدياد محصول الآلات البخارية وكذلك عن قياس نتيجة الطرائق الخاصة بطريقة زيادة هذا النوع يكفي ان نأتي بهذه الملحوظة وهي ان مصروف الآلات واستعمالها في نزح المياه في معدن

كبير من الفحم يبلغ سنويا ٢٥٥٠٠ لوراسترلنغ اعنى نحو ٦٣٠٠٠٠ فرنك

فلذلك اراد عدّة من اكابر اصحاب معادن النحاس والقزدير الموجودين فى قونتة كورنويل سنة ١٨١١ ان يعرفوا حقيقة الشغل الجارى بآلاتهم البخارية فاتفقوا على كونهم يعلقون فى كل واحدة من هذه الآلات البخارية عدادة مصنوعة بتعشق الطارات مثل تعشقات الساعات الدقاقة فصارت هذه العدادة موضوعة بحيث ان العقارب تبين على وجه الساعة الدقاقة عدد ارتجاجات رقاص الآلة البخارية ونيط بعمل هذه العدادات وملاحظتها ميكانيكى مؤتمن يعول عليه وصارت آلة كل عدادة بامرها موضوعة فى علبة مقفولة بمفتاح بحيث لا يمكن لاحد غيره تغير عقاربها او ابطالها

وقد عمل للآلات ذات العدادة طرق تبين (اولا) اسم المعدن (ثانيا) ابعاد اسطوانة الآلة المستعملة فى استخراج هذا المعدن بسيطة كانت هذه الاسطوانة أو مزدوجة (ثالثا) الضغط الذى تحمله هذه الاسطوانة بالنظر الى سطحها وطول ناغورة المكبس فى الاسطوانة (رابعا) عدد طبقات الطلومبات (خامسا) الارتفاع المنتصب لكل طبقة (سادسا) مدة الشغل (سابعا) مقدار ما استهلك من الفحم المعين بالميزان (ثامنا) المسافة التى يقطعها المكبس فى الطلومبة (تاسعا) الوزن باعداد الارطال المرفوعة الى قدم من الارتفاع بميزان الفحم (عاشرا) عدد ضربات المكبس فى كل دقيقة (احد عشر) اسم صانع كل آلة والملحوظات اللازمة لهذه الآلة

وقد قابلنا على حسب هذه الدائرة العظيمة من التجاريب المصنوعة على القياس الاكبر المطلوب قوة عدّة انواع من الآلات البخارية من منذ عشر سنوات تقريبا

وفى شهر اب سنة ١٨١١ كانت الآلات المستعملة فى معادن

كورنو يل الجارى عليها البحث الذى ذكرناه ترفع الى قدم من الارتفاع ١٥٧٦٠٠٠٠ رطل بوزن الفحم الهالك

ومن ابتداشهر دقبر من هذه السنة نشأ عن التكميلات الحاصلة فى استعمال الآلات أوفى بعض من اجزائها نتيجة متوسطة قدرها من ١٥٧٦٠٠٠٠ رطل الى ١٧٠٧٥٠٠٠ رطل

وبعد التصليحات فى هذا الجنس وعمل آلات جديدة اكمل من القديمة صار مقدار هذه النتيجة فى شهر دقبر سنة ١٨١٢ ١٨٢٠٠٠٠٠ رطل وفى شهر دقبر سنة ١٨١٤ ١٩٧٨٤٠٠٠ وفى شهر ماية سنة ١٨١٥ ٢٠٧٦٦٠٠٠

ولا شك انه يتعجب من هذا التعديل المتزايد الذى فى مسافة ثلاث سنوات ونصف ازدادت نتيجة الآلات المذكورة اكثر من ثلاثين فى كل مائة وكمية الاحتراق واحدة وقد ازدادت النتيجة ايضا من ابتداء سنة ١٨١٥ بواسطة التكميلات التى صارت فى عمارة المداخن والقازانات وجميع الاجزاء المتركب منها الآلة

وترفع الآن آلات واط المستكملة بحريق مد من الفحم اكثر من ثلاثين مليونا من ارطال الماء الى ارتفاع قدم ويلزم لنا ان نقرن بهذه الزيادة الزيادة الناشئة عن استعمال الآلات التى تفوق ضغطاتها الضغط البسيط وهذه الآلات هى التى صنعت على منوال آلة وولف وعلى مقتضى هذه الآلة عمل لمعدن وبالوور فى كورنو يل آلة باسطوانتين قطر الكبرى منهما ٥٣ اصبعا انكليزيا اعنى ١,٣٥ متر وقطر الصغرى ٠,١٣٥ متر

وهذه الآلة رفعت ٤٩٩٨٠٨٨٢ رطل الى قدم من الارتفاع بحريق مد من الفحم بخلاف النتيجة المتوسطة للآلات الاخر فانها لم تبلغ الا

٢٠٤٧٩٣٥٠ رطل مرفوعة الى هذا الارتفاع
وفى سنة ١٨١٥ نتج من آلتى وولف نتيجة متوسطة قدرها
٤٦٢٥٥٢٥٠ رطل مرفوعة الى هذا الارتفاع
واحد المضار التى توجد فى الآلات ذات الضغط المتوسط والضغط العالى هو تنقيص القوة بفقد بعض الاجزاء اللطيفة من تركيبها وبفقد البخار الذى ينتج عن هذه الاجزاء واذا عرفنا حقيقة هذه المعارضة فيستبان لنا ان التكميلات الجديدة التى حصلت فى عمارة العلب البخارية انقصت بلا شك هذا الضرر العظيم
ثم اننا جمعنا النتائج التى تنتسب للآلات البخارية المستعملة فى معادن كورنيل فى مجموع مخزن الفلسفة الذى جمعه ونشره الحكيم تلولئ احد اعضاء الجمعية الملوكية بلندره وتوجد هذه النتائج فى هذا المجموع بشهادة اصحاب المعادن وبملاحظة الآلات البخارية المستعملة فى جذب المياه ويرى فى المجموعات الانكليزية الجديدة التوضيحات التى تثبت الوقائع والحوادث التى ذكرناها
ونستدل على التوفير العظيم الخاص بالآلات ذات الضغط المتوسط على الآلات ذات الضغط البسيط بكميات الحريق الهالك الذى تكون قوته العليا منوطة بصانعى هذه الآلات المختلفة وذلك اذا كان يمكن التحقيق بان احاد القوة التى تسمى بقوة الحصان واحدة لنوعى الآلتين فاذن لم يكن هناك شك اذا اعتمدنا على التعاريف المشهورة بالورشتين الكبيرتين اللتين تصنع فيهما فى بلاد فرانسا الآلات البخارية على حسب احدى الآلتين
ومما يستحسن كوننا نأخذ ثقلا ثابتا مرفوعا الى ارتفاع معلوم وحدة لقياس قوة الآلات البخارية عوضا عن البيان العام الغير المحدد وهذه كمية يعبر عنها مع المناسبة الناتجة باسم الدينام
فعلى ذلك تعرف نتيجة الآلة النافعة بمجرد عدد الدينامات التى تحدثها قوتها ويمكن للانسان غالبا ان يتحقق بان للآلة البخارية درجة معلومة فى القوة

اذاجعل سكانها ضغطا كافيا معلوما وقدر المسافة التي يقطعها الثقل بهذا المكبس في ثانية واحدة

واما اذا جعلنا ضغط الجو وحدة لقياس جذب البخار فانه يلزم لنا ان ننسب مع التحقق هذا الضغط الى الضغط الذي يبين العامود البارومتريكي الذي ارتفاعه ٧٦ ميليمترا على حرارة الثلج الذائب

فاذا رجعنا الى نسبته الاولى على موجب التفاصيل التي دخلنا فيها فنستنتج من ذلك مع التجربة التي لاتردانه لم يزل يوجد توفير لقوة البخار المحركة المرفوعة الى حرارة تفوق بعدة احاد الحرارة الموافقة لضغط الجو البسيط ولكن الى اى حد ينبغي وضع جذب البخار وماهو القانون الرياضي الذي ينشأ عنه نتيجة الآلات البخارية بالنظر للحرارة والجذب الذي ينشأ عنها هذا مالا يمكن معرفته بطريقة محققة بمجرد النظر

وربما ينشأ عن التجاريب الجديدة المصنوعة مع الاهتمام المصحوبة بالحسابات المناسبة لكي تعطي للتقويمات الاحاد الناقصة من مقدار كل نوع من فقد الحرارة والحركة انها تعطي العملية النظرية مانقص منها من الاستكمال الذي به تتم نتائجها المحققة مع تأثير الآلات البخارية الحقيقي بالنسبة لدرجات الضغط المتنوعة

ويكفي الآن ان التجاريب المصنوعة مع الاهتمام مدة سنين عديدة اظهرت بطريقة حقيقية التوفير الذي يوجد في استعمال الآلات التي عمل فيها البخار ضغطا اكبر من ضغط الكرتين الهوائيتين لاثبات تصوراتنا بالنظر لفائدة الضغطات التي تفوق الضغط البسيط

والى الآن لم نقابل الآلات ذات الضغط البسيط الا بالآلات ذات الضغط المتوسط فلنقابلها الآن بالآلات ذات الضغط العالى التي من شأنها كما هو المعلوم الشغل بدون تسخين البخار

واول من استعمل الآلات ذات الضغط العالى هو مسيو ترويتك في بلاد انكلتره ومسيو اوليويه ايوانس في بلاد امريقة

وفى اقليم بيرون اضمحل عدة من المعادن العظيمة حتى صار بعضها غير قابل للاستخراج لعدم اقتدار الانسان على تنشيفها وفى هذه الحالة خطر ببال ناظر المعادن ان يعرض لمسيو تروتيك فى تحصيل الآلات ذات الضغط العالى الخاصة بجذب المياه من هذه المعادن النفيسة ففى مدة قليلة صار عمل تسعة آلات فى جنوب انكلترة ونقلت فى اقليم بيرون فى آخر سنة ١٨١٤ من الميلاد

فادت لهذا الاقليم عدة منافع حتى ان خازندار هذا الاقليم عرض بان يرفع لمسيو تروتيك تمثالا من الفضة يستدل به على آثار الدنيا الجديدة

ولنتكلم الآن على الآلات ذات الضغط العالى التى ينسب اختراعها الى اوليو يه ايوان فنقول ان هذا المهندس الماهر عمل من هذه الآلات عددا جسيما نشأ عن معظمها توفير بليغ فى حرق الوقود

وفى فيلادلفى لما عوضت الآلة ذات الضغط البسيط التى كانت تستعمل فى رفع المياه اللازمة للمدينة بالآلة ذات الضغط العالى المصنوعة على نسق آلة اوليو يه ايوان بلغ مقدار التوفير فى الحريق ٨٥ فرنكا فى كل يوم بحيث يكون مقداره فى السنة ٣٠٠٠٠ فرنك وذكر هذه الواقعة مسيو بارتنقتون فى تاريخه الذى الفه فى الآلات البخارية لكن فات هذا المؤلف المذكور كونه لم يذكر كمية المياه المرفوعة ولا ارتفاعها ولا وزن الحريق المستعمل فى احداث هذه النتيجة

ومن وفور الحظ كون مسيو مارستير ذكر فى رسالاته التى انهاها فى شأن تجارة الاقاليم المجتمعة الخواص اللازمة للحادثة التى نحن بصددها وقد ترفع الآلة المصنوعة فى فيلادلفى فى مدة اربع وعشرين ساعة اكثر من عشرين الف برميل من الماء الى ٣٠ مترا من الارتفاع وتحرق فى اليوم $\frac{1}{2}$ ٤٣ استيرا من الخشب ولم تتكلف الآلة ذات الضغط العالى التى تحدث هذه النتائج سوى ١٢٣٠٠٠ فرنك بخلاف الآلة ذات الضغط البسيط التى قوتها كقوة هذه الآلة فانها تتكلف ٢٠٠٠٠٠ فرنك لتشغيلها فى امريقة

مثل

مثل الاولى كما ذكره مسيو مارستير

واما الآن فانها تشغل البخار بضغط ثمان أو عشر طبقات جوية وعمل في امريقه جملة من هذه الآلات ينتج منها عدة منافع اصلية

ولما عرض ديوان الاقاليم المجتمعة بامريقة سنة ١٨١٤ من الميلاد في شأن تقدم الفنون النافعة في ممالك اونيون ذكر اوليو يه ايوان وعد من فعالى الخير ونافعي وطنه في هذا الاعراض فمن ذلك أراد الديوان ان يعطى له شهادة تامة ازيد من ذلك حيث اعطى له على سبيل الانعام مهلة عشر سنوات بفرمان من الملك لتكميل اختراع آلاته ذات الضغط العالى مثل ما حصل من مملكة انكلترة لمسيو واط وبولطون في نظير اختراع الآلة ذات الضغط البسيط

وقد انتشر استعمال الآلات ذات الضغط العالى بالتدريج شيأ فشيأ في الاقاليم المجتمعة كما افاده مسيو مارستير في سياحته بامريقة وعلى مقتضى ما عرفه البعض منا من اناس يوثق بهم ان استعمال هذه الآلات يتسع في ابريطانيا الكبرى عوضا عن كونه ينحصر

واما استعمال البخار المسخن فانه لم يزل صناعة جديدة ومع ما فيه من المنافع التى نشأت عنه يلزم ان نعتبر ان هذه الصناعة بعيدة عن المنافع التى ستحدثها عند معرفة استخراج المنافع من نتائجها

ومن المحقق ان هورن بلوير اخذ سنة ١٧٨١ فرمان اختراع الآلة البخارية التى تشتغل باسطوانتين بمجرد ضغط الجو البسيط لقصد انه يشتغل البخار الداخل في الاسطوانة الاولى عند ما يمدد ليملأ به الاسطوانة الثانية

وفي سنة ١٨٠٤ رجع مسيو وولف الى هذه العملية ولكن عوضا عن كونه يستعمل في اسطوانته الاولى البخار الذى يؤديه القازان على حرارة ١٠٠ درجة او على ضغط الجو البسيط استعمل البخار المرفوع على عدة طبقات جوية وهذا هو الذى اعطى له طريقة احداث الدفع الجسيم وتحصل على نتيجة نافعة اكثر من النتيجة التى كان ينتظر تحصيلها من آلة هورن بلوير

ولم تكن الحسابات التى فرضها ووتف صحيحة فى الاصل بل انه بمجرد مازادت الحرارة تحدث ضغطات قليلة اقل مما يفرضها المذكور

ولوان ووتف غلط غلطا كبيرا مثل ماغلط هورن بلوير وايوان وترووتيك فى منافع آلته لم ينشأ من هذا الغلط عدم فائدة هذه الآلة حيث استبانت هذه الفائدة فى الجدول الذى ذكرناه فى الدرس الثالث عشر صحيفة ٣٧٨ فى شأن القوة الحاصلة من البخار المرفوع الى الحرارة التى تعادل ضغط عدة كرات بنزول تلك الحرارة

ويلزم فى آلة ووتف كما فى آلة واط ان نطرح من الضغط الحاصل من البخار المحرك مقاومة الضغط الناشئ عن البخار الناقص فى التسخين بالكلية وهذه المقاومة تعرف متى عرفت الحرارة التى يحصل بها التسخين

وينسب لووتف بعض تصليحات أخر فى آلته لمنع فقد الحرارة فلاجل تدارك هذا الفقد كان يلف اسطواناتها بغطاء عظيم يدخل البخار بين الغطاء والاسطوانات لكى لا يكون ظاهر الاسطوانات معرضا لتأثير الهواء الظاهر مباشرة ولا يفقد شيأ من القوة المحركة بواسطة البرودة

وقد عرضنا التأدية البخار الذى يدور حول الاسطوانات فى الغطاء الذى ذكرناه بواسطة قازان ومستوقد مفترقين وهذا ما نشأ عنه فائدة التوفير فى المصاريف والوقود

وقد رأى ووتف ان آلات واط كان يمكن تصليحها بان يضع فيها البخار مضغوطا وقت احداثه ومنبسطا وقت عمله ويكفى لذلك ازدياد قوة القازان وكذلك غطاء الاسطوانة وتناسب تركيب السدايد وابعادها بحيث ان البخار الذى يأتى من القازان يصل بالتدريج الى الاسطوانة بمنفذ يتسع شيأ فشيأ فبهذه الطريقة يمتد البخار المضغوط جدا قبل وصوله تحت المكبس ولا يقرعه بشدة خطرة تضر بالآلة

ولا يلزم الا ادخال بعض البخار بحيث يملؤ بعد انبساطه جميع سعة الاسطوانة فعلى ذلك يلزم فى هذه الآلة قفل سدادة مجرى البخار قبل ان يصل المكبس

الى نهايته ومن السهل كوننا نحسب الى اى ارتفاع يصل هذا المكبس فى الوقت الذى تغلق فيه السدادة

وينشأ عن هذا التحسين مناسبة واضحة مع التحسين الذى عمله واط فى آلته بامتداد البخار تحت ضغط الجو والقصد من الجمع الذى بيناه تنقيص فتحة السدادة البخارية بالتدريج عندما ينزل المكبس عوضا عن كونه يقف على بعض نقط من نزوله وفائدة هذا الوضع تصليح الآلة زيادة على ماهو عليه

قد اخذ وولف اذنا ثانيا باختراع تسخين البخار فى الاسطوانة التى يشتغل فيها وفى سنة ١٨١٠ اخذ اذنا ثالثا لاجل تكميل الفرمان الاول وحفظ البخار الذى يمكن تشتته بين الاسطوانة والمكبس

ولهذا السبب منع البخار من ان يؤثر فى المكبس بل يؤثر فى سايل كالزيت او اى معدن سيال متى كان البخار داخلا فى سعة منفصلة عن الاسطوانة والمكبس الذى يتصل بهما بواسطة مجرى مملوء من السايل الذى ذكرناه وهذه التحسينات بديعة مطابقة بالكلية

وفى سنة ١٨١٥ عمل فى قونتية كورنيل الثنان من الآلات البخارية الكبيرة فى المعادن المعروفة باسم ويال وور وويال ابراهام لاجل رفع المياه وهاتان الآلتان هما اللتان ذكرناهما فى الفرمان المذكور فى صحيفة ٤٢٥ وفيه ذكرنا اثقال الماء المرفوع بالات بالاقيسة الانكليزية وسنحولها الآن الى اقيسة فرنساوية ونقوم بالاحاد الديناميكية نتيجة تلك الآلات ولذلك عملنا هذا الجدول

ارطال ماء مرفوعة الى قدم من الارتفاع مع مد من الفحم	سويق لاجل الاحداث		
	واحد ديثام من النتيجة النافعة	٦ ديثام من النتيجة النافعة	
		٢٤ ساعة	بساعة واحدة
	كيلوغرام		
١٥٧٦٠٠٠٠	٢٠,٧١	١٢٤,٢٦	٥,١٧
	١٩,٠٥	١١٤,٣٠	٤,٧٦
١٨٢٠٠٠٠٠	١٧,٩٤	١٠٧,٦٤	٤,٤٨
١٩٧٨٤٠٠٠	١٦,٤٩	٠٩٨,٩٤	٤,١٢
٢٠٧٦٦٠٠٠	١٥,٨٨	٠٩٥,٢٨	٣,٩٣

واذا استعملنا آلات واط بضغط اكبر من ضغط الكرة البسيط فاننا نصل الى كوننا نحصل منها نتيجة نافعة هكذا

٣٠٠٠٠٠٠٠ ٩,٣١ ٥٥,٨٦ ٢,٣٣

النتايج النافعة التى تحدثها آلات وولف

٤٦٢٥٥٢٢٥ ٧,٠٦ ٤٢,٣٦ ١,٧٦

٤٧٩٨٠٨٨٢ ٦,٥٥ ٣٩,١٨ ١,٦٣

ومن المحقق ان النتيجة النافعة فى آلات وولف تنقص مع الزمن لفقد القوة التى تحصل من استعمال المكابس والسدايد والاسطوانات ولكن هذا النقصان فى القوة لا يظهر لنا جسيما كما يظن بل انه يترك لهذه الآلات فائدة مشهورة جدا ويمكن معرفة هذا بالجدول الآتى و بمحصولات الفائدة القليلة التى تحصل من الآلتين الكبيرتين المؤسستين على حسب آلة وولف وها هو الجدول

شهور		محصولات
ماية سنه	١٨١٥	٤٩٩٨٠٨٨٢ رطل مرفوع الى قدم من الارتفاع
مارس سنة	١٨١٦	٤٨٤٣٢٧٠٢
ابريل سنه	١٨١٦	٤٤٠٠٠٠٠٠

مايهسنة ١٨١٦ ٤٩,٥٠٠٠٠٠٠

يونيهسنة ١٨١٦ ٤٣,٠٠٠٠٠٠٠

ويرى (اولا) أن تحسين شهر مايه في السنتين واحدة (ثانيا) اننا اذا أخذنا نتيجة شهر يونيه سنة ١٨١٦ مقدارا عاديا للشغل مع هذه المدة فينتج عنه بعد ستة عشر شهرا من الشغل نتيجة الآلة المؤسسة على حسب آلة وولف وينتج عنه ايضا فائدة بالاقل ٣٠ في كل مايه على آلة واط الكاملة وذلك اذا فرضنا أنهم يستعملون الات واط بضغط يفوق ضغط الكرة البسيط فوقانا يذنا

وتختلف القازانات التي كان يستعملها وولف عن القازانات التي كانت تستعمل في الآلات التي لا ينبغي للبخار أن يكون حاصلا فيها الا بضغط مغاير قليلا عن ضغط الكرة البسيط ولما كان الماء المراد تصعيده موضوعا في اسطوانات صغيرة اى أنابيب من حديد وتسمى بأنابيب الغليان وحيث كانت هذه الانابيب موضوعة في محل أفقي فكانت معرضة لتأثير اللهب مباشرة وفيها اتصال يرتفع به البخار ويرجع في الاسطوانة الصغيرة ويستعمل لذلك جملة من أنابيب الغلي يكون كبرها بقدر كبر قوة الآلة ويسهل معرفة السبب الذي كان يحمل وولف على كونه يستعمل عدة أنابيب الغليان ذات القطر الصغير عوضا عن اسطوانة واحدة كبيرة وذلك أن قوة الاسطوانات المعدنية لكي تقاوم ضغط السايل المرن المشتمله هي عليه هي كناية عن قطر تلك الاسطوانات

ومن الضروري عمل هذه الانابيب من الزهر اللطيف جدا وأن يكون ذا مقاومة واحدة في جميع أجزائه بحيث لا يخشى فساده من جهة وكذلك لا ينبغي لنا أن نعتقد بان يعطى لانابيب الغلي سمك غير محدود وقد ظهر بالتجربة أنه متى تجاوز السمك بعض حدود فان انبساط السطح الداخلي الذي بتأثير الحرارة لا يلزم أن يكون الا مساويا لسمك السطح الظاهري لا يمكن أن يكون كذلك بتأثير الشكل الاسطواني وأنه ينبغي للسطح

الظاهري أن ينشق متى تعدى سمك الاسطوانة عدة حدود

وفى لوحة ١٢ يدل كل من شكل ٢ و ٣ على القطع الطولى والقطع المعترض الذى يوجد فى القازان المسبولة من حديد الزهر مع انبوبتى ب ب الغلايتين وكانونهما وقازان ش ش يتركب من قطعتين مجتمعتين بواسطة زمامات ا الداخلية وحرف ت تبين محل الانسان وحرف ى يدل على فتحة مجرى التغذية وحرف ث يدل على فتحة مجرى البخار و ص يدل على سدادة الامن و ب يدل على انبوبة الغليان المتصلة بفتحات ا ا مع القازان وحرف ف يدل على المستوقد

ثم ان مسيو ايدوارد شريك مسيو وولف قد ادخل فى فرانسا آلات بخارية تشتمل على قائدتى آلات وولف وعلى ضغط آلات تروولك العالى وقازاناته تشبه القازان الذى ذكرناه آنفا وكان يستعمل المسخن وكان يحصل البخ كما يحصل فى آلات واط ذات المنفعتين

وقد عمل لمسيو ريشارد آلة عظيمة من هذا الجنس قوتها تساوى ستة خيول أو ستة وثلاثين دينامة تستعمل فى تحريك امشاط الصوف الغليظ وتنوب عن ميدان له اربعة خيول تأدية خدمة كان يلزم لها اثنا عشر حصانا

وفى هذه الآلة يوضع الكانون من الخارج ويحرق دخانه الخاص بمعنى ان دخانه يستهلك فيه ولاجل تدوير هذه الآلة يكفى مكبسان وحنفيتان وسدادتان ورقاص من حديد الزهر يكون موضوعا على اربعة عواميد على شكل الهرم ذى الاربع زوايا ويتلقى فى احد اطرافه حركة قضيب المكابس بواسطة متوازى الاضلاع المزدوج ويوصل هذه الحركة للطلومبة الهوائية المحتوية فى المسخن ولما ترفع هذه الطلومبة الماء البارد من البئر فانها تنصرف استعمال الباش اى حوض الماء ويوصل الرقاص حركته ايضا الى ملوى عامود الطائر بواسطة البيلة وهذا العامود يوصل حركة دورانه الى المحزلة الذى يحكم على حنفية ادخال البخار فى سدادتى مجرى البخار المقفولتين بقفل مزدوج ويفتحان بالتعاقب بواسطة الذهاب والاياب الناشئ كل منهما

من حركة الدوران العجيبة النافعة لمشاركة البخار مع المسخن وفي عامود الطائر يغلق العامود الذي يضم الحركة على امشاط الصوف

وبعد ان تنفذ الطلومبة الصغيرة المغذية في القازان الكمية اللازمة من الماء الخارج من المسخن وهي كمية يمكن تنظيمها على حسب الارادة فان الزيادة تسيل في الخارج

وتحصر اسطوانتا البخار الغير المتساويتين في غطاء واحد مسبوك ويكونان غالبا محاطتين بالبخار الذي يجعلهما في درجة واحدة من الحرارة مثل داخل القازان وتكون كافة المكابس المعدنية مركبة من عدة قطع من دايرة من النحاس مضغوطة من داخل الى خارج بالبايات على الجوانب الداخلية المتعلقة بالاسطوانات البخارية وهذه الكلفة تصقل بانحكاكها داخل الاسطوانات اكثر من استعمالها بسبب ضغطها الجانبي القليل وبعكس ذلك الكلف المستعملة عادة فانها تفسد هذه الاسطوانات وتحتاج الى تصليح جديد يستلزم كثيرا من المصاريف وقد قال سيو ايدوارد ان المكابس ذات الكلف المعدنية يمكن استعمالها مدة طويلة بلا تصليح بالكلية فينتج عن ذلك توفير جسيم في الآلة

ويوجد في حركة الحنفيات انتظام كامل وكذلك في حركة سدايد السيلان لاجل التسخين وهذه السدايد توضع في علبة بخارية تكون قطعة واحدة من السبك ومعلقة تعليقا جانبيا بقرب رأس غطاء اسطوانتي البخار

وقد حسن كل من سيو اوتكان واستيل تحسينا بديعا في آلة وولف حيث استعملا ثلاث اسطوانات عوضا عن الاسطوانتين مع كانون بمستوقد يدور كما ذكرناه في لوحة ١٣ شكل ٢ و ٣

ويدل شكل ٢ على سطح درابزين ج الذي يدور على محور أفقي ويستعمل مخروط ث المعدني المزين بالاسنان المنحنية أو الملتفة في سقوط تراب الفحم مع الانتظام كحلق الطاحونة في سقوط الدقيق في قادوس ل ت شكل ٣ فعلى ذلك يكفي وضع القادوس في نقطة ل فوق المخروط

وحركة الآلة البخارية التي تدور هذا المخروط تنزل الفحم وتدور شبالة ج الذي يأتي الحريق مع الانتظام في جميع دورانه

ولنتكلم الآن على آلات اولويه ايوان وترووتيك ذات الضغط العالي فنقول

ان اولويه ايوان مثل وولف توسعا في قوة البخار الميكانيكية للحرارات المرتفعة واستنتجا منها منافع كبيرة باستعمال البخار في الآلات ذات الضغط العالي ولكن اذا نظرنا لتقويمات ايوان من اوجه كثيرة فاننا نجد الآلة التي احدثها هذا الرجل الماهر كثيرة النفع بالنظر الى توفير الحريق لاسيما في الآلات التي يلزم ان يكون للآلة فيها قليل من الثقل بالنظر لقوتها وقد أظهر ايوان مختصر مؤلف ميكانيكي من معمر جيسة الآلات البخارية وذكر هو فيه قواعده ووسائطه التي يعمل بها

ثم ان ايوان شرع في ان يستعمل للقازانات اسطوانتين مشابهتين لاسطوانتي البخار وعبر عنهما بحرف ث ث شكل ٥ لوحة ١٣ واحدى الاسطوانتين توضع في الاخرى تحت مركز الاولى بقليل متى كانتا موضوعتين وضعا أفقيا وبتركون الموضع اللازم لتكوين البخار فوق الماء الذي يغطي بالكلية الاسطوانة الداخلية ويكون طول الاسطوانتين واحدا وكلاهما يلزم ان تكون في عمق واحد وتعمل النار في الاسطوانة الداخلة التي تكون محاطة في جميع جهاتها بالماء وبالجملة تكون الآلة داخلة في البناء والمجرى التي توصل للمدخنة توصل الحرارة في الاسطوانة الخارجية التي تدفعها مباشرة بجميع طولها وقد استعمل ايوان لقازاناته احسن مصفح من الحديد ولم يعمل القعور من حديد الزهر الا بعد التحقق من ان هذه القعور لا تباشر النار

ويمكن ان تكون الآلة البخارية مؤسسة على مقتضى آلة تشبه آلة واط ولكي يكون الميزان منتظما بطريقة حسنة يلزم في الوقت الذي يرتفع فيه المكبس الى نهايته ان تفتح سدادة لكي يدخل في الاسطوانة جزء من البخار الذي ينزلها ويلزم ان تقفل هذه السدادة بعدما تترك كمية من البخار تنزل المكبس

الى

الى اقصى درجة من جريانه ويوجد في طرف الاسطوانة الداخلى سدادة اخرى تدخل كمية قليلة من البخار المرفوع الى الضغط العالى الكافى لصعود المكبس ثانيا الى اعلا درجة من سيره

ومتى كان اندفاع البخار يفوق ضغط الكرة البسيط فان التجربة تبين ما يلزم من البخار المرفوع الى الضغط العالى المحدد لكى يملأ هذا البخار باندفاع مسافة مفروضة بان يتحول الى ضغط آخر معلوم

وذكر ايوان ان القازان الذى يحرق كانونه ٣٥ كيلوغراما وبعضا من الفحم فى كل ساعة ويحمل حنفية ذات قصبة كافية لانفاذ البخار فى الفراغ على ضغط كرة بسيطة فانه يعطى لهذا البخار سرعة ٦٠٤ امتار فى كل ثانية

ومتى أراد ايوان استعمال ضغط ٨ كرات يجد انه يكفى دخول البخار الجديد فى الاسطوانة مع الشدة أو بالمكبس الى الوقت الذى يقطع فيه هذا المكبس الجزء الثامن من سيره واعظم تسخين يكفى فى انبساطه وتمدده بان يدفع المكبس ويحرك الآلة الى نهاية سير هذا المكبس ومع ذلك كله رتب ايوان حساباته على فرض كونه يدخل بخارا جديدا فى المكبس الى الوقت الذى يحوى فيه هذا المكبس ربع سير جديد

وقد استعمل ايوان لتغذية القازان طلومبة صغيرة كابسة جابرة لحرارات التصاعد واذا لم يكن هذا الماء خاصا فانه يحصل لحرارة القازان الداخلية نقص كبير وهذا هو السبب فى كوننا نعمل قازانا صغيرا جهة القازان الكبير ونسخنه اما بكوننا ننفذ فيه البخار الذى يخرج من اسطوانة الآلة واما ان ننفذ فيه مجرى الحرارة لتى توصل الى المدخنة بعدما تترك القازان الكبير وبهذا الوضع تجذب الطلومبة الصغيرة الغذائية من البئر الماء البارد او من الحوض او من مجرى ماء آخر لكى تضغطه فى القازان الصغير الذى يبقى مملوأ دائما مع انه يؤدى الى القازان الكبير بلا انقطاع بمجرى المشاركة

ولما استعمل ايوان المسخن البخارى اشتغل بوسائط تكميل الحركة

التي تتعلق به

وفى آلة واط يسقط جزء من الماء الذي استعمل فى التسخين ويخرج به بطلومبة جاذبة فى القازان لكي يغذيه ويقويه وحيث ان البخ اللازم لتسخين البخار يدخل فى المسخن ماء جديدا بلا انقطاع ويكون هذا الماء واصلا للقازان على الدوام فيكون خروج الهواء المظروف فى هذا الماء مستمرا كبقية رسوب المواد التي يحتوى عليها الماء فى التحليل وتبقى فى قعر القازان عند تصاعد هذا الماء ويتكون من هذا الرسوب قشرة غير موصلة للحرارة وهذا ما تسبب عنه حرق معدن القازان واستهلاكه عاجلا ولنزد على ذلك انه يلزم كثير من الزمن والمصاريف كلما اردنا مسح قعر القازان وهذه العملية تعاد غالبا وها الكيفية التي يتدارك بها ايوان هذه المضرات وهي انه يغمس فى الماء البارد المحيط بالمسخن اناء من معدن ذى حوض من الهواء ويكون الماء المحتوى فى الاناء مجبورا على ان يصنع بمرونة الهواء بزبوزا مستمرا داخلا فى المسخن وطلومبة التفريغ التي تجذب الهواء والماء الحامى من قعر المسخن توصل للاناء البخ كمية من الماء على قدر ما يحتوى هذا الاناء وما بقى من الماء الذي يوجد فى المسخن يجرى بطلومبة التفريغ على الدخول فى القازان المغذى بعد اخراج الهواء بقصبة ذى سدادة موضوعة فى اعلا حوض الهواء المعمول لهذه النتيجة على منفذ الماء من ابتداء المسخن الى قازان التغذية ويدخل ماء المسخن باحد اطراف الاناء البخاخ ويخرج بالطرف الثاني للتبرد ويصير صالحا للتسخين فبذلك يجتنب ادخال الماء الجديد ويستمر على سير الآلة بكمية الماء التي كانت فيها فى اول الشغل

واذا قطرنا هذا الماء على الدوام فانه يتخلص مع السرعة من الهواء المشتمل عليه ويصير الفراغ تاما متى اخذنا بخار الماء ببخ الماء البارد وسنبين الدوران الواضح الذي يخص آلة ايوان لوحة ١٢ فنقول (شكل ١) حرف ا يدل على الاسطوانة البخارية و ب على الاسطوانة المشتملة على مبرقش (اى حجر رخام) الذي فيه يسخن البخار عند انتقاله بمجرى ث ث و ب

يدل على انبوبة التفريغ و د على طلومبة الماء البارد الذي يتصل بقضبة
ى مع السعة التي تشتمل على الميرقش و هـ على طلومبة غذائية و ج ج
على الرقاص و ح على نقطة ثابتة لكثير الاضلاع و ك على نقطة
اتصال قضيب المكبس بالرقاص و و على القضيب المعلق من جهة
في بيلون ح الثابت ومن الاخرى بالرقاص لمنعه من ان يجر قضيب المكبس
خارج الاتجاه الرأسي بان يتركه على مسنده الى مفصل ل و م على
البيلة و ن ن على طائر شكل ٤ وهو مقطع رأسي ذو علبة بخارية
وسدادة افقية يعبر عنها بحرف ا البخارية وتكون حركة دورانه مستمرة
و ب على العامود الموصل الحركة الى سدادة ا بواسطة تعشيق غ
المربع و (شكل ٥) يدل على قطع أفقي على حسب خط س س من أعلا
الى اسفل و (شكل ٦) على وجه السدادة الداخلي و (شكل ٧)
على سطح قاع ف ف و (شكل ٤) على العلبة التي عليها تدور سدادة ا
وفيها الفتحات المستديرة ا ا ب ب

وسدادة ا تكون مشقوقة بفراغ ى المربع بعرض واحد على مسافة
المحور العام من العلبة ومن السدادة مثل فتحات ا ب المستديرة وعلبة
ف ف مثقوبة تقبار أسيا بثلاث فتحات ا ا ب ب ث ث و ا هو
المجرى التي توجد تحت مكبس الاسطوانة البخارية و ب تدل على هذا
المكبس و ث التي هي فتحة أخرى قريبة من العلبة تشترك مع المسخن
و يصل البخار بفتحة ع و ينتقل بحرف ى بمجرد ما تفتح ى على
سمت ا أو ب وبناء على ذلك توصل البخار الى القازان تارة فوق مكبس
الاسطوانة وتارة تحته وتحت العلبة يدل على مجوف هـ شكل ٤ و ٥
الذي عرضه يكفي تارة لغطاء فتحات ا ا و ث ث وأخرى لفتحات
ب ب ث ث وهذا ما يشرك المسخن مع البخار الذي يوجد من جهة من المكبس
مع ان البخار ينتقل من القازان الى الجهة الاخرى من المكبس و (شكل ٨)
يدل على سدادة الامن و ث هو البريمة التي جزؤها المقفول ينطبق على

طرف مجرى ت و (شكل ٨) يتصل بالقازان و يكون الجزء الآخر الذى يدخل فى الانبوبة مثقوبا بثلاثة ثقوب لنفوذ البخار و (شكل ٩) هو سطح السدادة وحرف ر ر هو الرافعة الذى ينضم على البريمة بواسطة ثقل ح وشكل ح يدل على ارتفاع البريمة وشكل ش يدل على السطح الافقى

وقد اخذ مسيو تروويتيك ومسيو دويان سنة ١٨٠٢ فرمانا باختراع آلة بخارية ذات ضغط عال بدون تسخين مطبقة على جر العربانات على الطرق العادية ولما وجدا عمل ذلك يحتاج لكثير من التعب والمصاريف اقتصرا على كونهما يبحثان عن طريقة تطبيق قوة البخار على حسب العربانات فى الطرق التى يوجد فيها اثر جر الحجل

وفى سنة ١٨٠٤ صار هذا الاختراع الجديد معروفا فى سكة الحديد المنسوبة الى مرتان تودويل ببلاد فرانسا

وفى سنة ١٨١١ استعمل مسيو بلنكانسوب الجزارات المسننة التى عليها تجرى عجلات العربانة المسننة كذلك المحركة بقوة البخار لا غير وهذا يبيح اتباع الانحدارات الكبيرة أو القليلة من غير ان تخشى ان الآلة لا تسير على الجزارات كما تسير على السطوح المنحنية

وفى سنة ١٨١٢ اخذ مسيو ايدوارد ووليان كابمان فرمانا لاستعمال التهما المتحركة على سلسلة ممتدة فى جميع طول الطريق ومثبتة فى اطرافها وتعمل هذه السلسلة دورين فى مخرج محفور على اسطوانة افقية متحركة بقوة البخار وهذه طريقة تشبه الطريقة التى يستعملها البحارة لكى يرسوا على المرسى بالهلب

وينسب لمسيو بريتون ابتداع آلة عظيمة بديعة تنزل قوة البخار على الروافع أو السيقان الصناعية التى بها تندفع عربانة البخار على الطريق مثل اندفاع العربانة النقالة بواسطة الشغالة

وقد ذكرنا فى لوحة ١٣ شكل ٥ و ٦ طريقتين راسيتين للعربانة

البخارية

البخارية المستعملة على الطريق التي فيها اثر الجر المنسوبة لكلاغسورت في ابريطانيا الكبرى

ونرى ان الاسطوانة الكبرى المغطية للقازان محتوية على اسطوانة ش الصغرى التي فيها توضع النار كما ذكر في صحيفة ٢٤٤ وتكون اسطوانتا ا ب موضوعتين في القازان الذي يشقانه الى نقطة أ بَ اللذين يكونان معشقين فيها على صورة العربانة البسيطة وتكون قضبان المكباس موضوعة من الاعلا على روافع ل ل و لَ لَ المعترضة وعلى هذه القضبان تعلق بيلات س س اللتين يدوران طارات العربانة الاربعة بواسطة شوحية موضوعة على أحد انصاف اقطار كل طارة وتحترك على عمود اسفل البيلة ونرى في ت تَ (شكل ٥) دليلا لتنظيم حركة المكابس ولمنع البيلات من ان يفسد سيرهما الرأسي وتنفذ حركة الادراج التي تشبه الادراج التي ذكرناها البخار بالتعاقب فوق كل مكباس وتحته ونرى في ق ق الانبوبة التي توصل البخار ثانيا الى المدخنة التي يتفرق فيها ولاجل فتح الدرج وقفله تحترك دائرة هـ الصغيرة المتوسطة المختلفة المركز المثبتة على كل محور رافعة ١ و ٢ و ٣ المنقاسة بالذراع التي تؤدى لقضيب ٤ حركة الذهاب والاياب وبناء على ذلك تؤدى لرافعة ٥ و ٦ الصغيرة حركة الدوران لكي تفتح سدادة البخار وتغلقها و ف (شكل ٥) هو طلومبة صغيرة كابسة لتغذية القازان و ع (شكل ٦) هو العربانة التي تحمل الماء والوقود اللازم للآلة و ع هو سلسلة ارتباط العربانات المجرورة بالآلة و يدل (شكل ٧) على احدى العربانات التي يرى فيها زمام مع ذراع الرافعة الاكبر التي تستعمل لتحريكه في النزول و ز (شكل ٦) هو السلسلة الغير المتناهية التي تتعشق في شكلين صنوبريين مثبتين على المحاور لكي يكون للبيلات حركة واحدة متعلقة بها على الدوام

(وشكل ١) يدل على المانومتر التي تكلمنا عليها في الدرس الثالث عشر

الدرس الخامس عشر فى الكلام على مراكب النار وعلى قياس شغل الآلات البخارية

واعظم استعمال من الاستعمالات المهمة فى الآلات البخارية هو استعمالها فى الملاحة وسنبين فى هذا الغرض خلاصة اعراض الاكدمية العلوم على رسالة مسيو مارستير التى فى علم الملاحة ولنزد عليها التفاصيل الاصطلاحية التى لم تكن داخلة فى هذا الاعراض ووجدناها مدخلا فى كتابنا هذا فنقول

من المعلوم ان الملاحة كانت بطيئة فى النهيرات الصغيرة والانهر الكبيرة فى مقاطعة التيار واستهلاك مقدار جسيم من الناس والخيول بصعوبة الجر وقد صارت الملاحة على البحيرات الكبيرة وعلى الابحر سهلة للانسان بقوة الهواء وبواسطة القلوع لكن لا تعمل هذه العملية الا بالمشقات العظيمة ويحصل لها مع ذلك موانع ففى بعض الاوقات لا يمكن الخلاص منها مدة القرطونات لاسيما مدة سكون الرياح وتكون بطيئة صعبة متى هبت الرياح المختلفة فلهذا كان مثل هذه الاسباب العديدة القوية ينقص الفائدة التى تنشأ عن قوة الرياح فى الملاحة

واول من عمل بعض تجاريب عظيمة بوسائط أخر ميكانيكية تنوب عن قوة الرياح هو مسيو دوكيه الفرنساوى وقد حصلت نتائج تجاريب واشتهرت من ابتداء سنة ١٦٨٧ الى سنة ١٦٩٣ فى مينة مدينة هاور

وفى سنة ١٦٩٨ نجح القبودان ساورى فى بعض تجاريب مهمة فى مملكة انكلترة باعانة حاكم وورسنيره فعمل الآلة البخارية التى تسير بالطارات ذات التوابيت وهذه الطريقة بعد مضى قرن نجحت بالكلية فى الطريقة الجديدة للملاحة

ولكن لم يخطر ببال الرئيس ساورى ان يدخل فى القوة المحركة القوة التى استعملها بآلته البخارية ولم تكن كاملة بحيث تحدث مثل هذه النتيجة .

ولما كان جوناتام الهالى فى سنة ١٧٣٦ ساعدا على تكميل

هذه الآلة المنسوبة لنووكمان ظن ان في طاقته تطبيق هذه الآلة على تحريك المراكب بالطارات ذات الدواليب فاخذ هذه النتيجة تقريرا والزم نفسه بلا طائل بترويج الرياسة البحرية بمملكة انكلترة بالنظر الى مقاصده فطرد ولم ينجح في ذلك

ومن جملة ما اعترض به على هذه الرياسة كون قوة امواج البحر لا تفسد جميع اجزاء الآلة التي توضع في البحر الى عدة قطع متفرقة بحيث تحركها في الماء وقال جوناتام من المستحيل كون هذه الآلة تصير مستعملة في البحر وقت الفرطونة وعندما تكون الامواج قوية مضرة

ومع كون جوناتام مخترع مراكب النار كان لا يظن ان يمكن اجراء ذلك لكن التجربة اظهرت بعد ثمانين سنة امكان ذلك مع الفائدة

وقد بينت لنا هذه الخاصية كمال تقدم التصورات من ابتدا الاختراعات الى انتهاها الذي حصل في الاعصر المتأخرة

ويظهر ان مقاصد جوناتام لم يصر اجراها اصلا واتماما في سنة ١٥٧٥ عمل مسيو بريير اول مرة مركب نار ولما وضعت هذه المركب على وجه الماء الراكد سارت مع قليل من السرعة حيث ان قوة الآلة المحركة كانت لا تساوي الا قوة حصان وكانت هذه المركب لا تسير في مثل نهر السين مع تلك الوسائط الضعيفة فلذا ترك مسيو بريير مجهوداته ويئس من تجاريبه وفي سنة ١٧٨١ كان مسيو غوفري اوفر حظا في مقاصده حيث عمل في مدينة ليون مركبا كبيرة الابعاد طولها ٤٦ مترا وكان نهر الساون بطئ التيار ولهذا كان يسميه قيصر بالبطئ التيار فلذا كان يصلح للتجاريب من امثال هذا الجنس من المراكب ومع ذلك فكان بعض عوارض قد اوقفته عن عمله مع انه كان يمكنه التمادي في مشروعه ولكنه لما ظهرت هذه العوارض والتقلبات ترك فرانسا

وقد نال مسيو دسيلانك بعد هذه التجاريب بخمسة عشر او ثمانية عشر سنة من الحكومة الفرنساوية فرمانا بتعمير مركب النار

وبعد ذلك بمدة قليلة اتى فى مدينة باريس ميكانيسكى واكتسب فيها شهرة عظيمة جدا وهو فلطون الذى عمل عدة تجاريب فى هذا الغرض بقرب جزيرة السنيا ومن ابتداء سنة ١٧٨٥ الى سنة ١٨٠١ ظهر ميلير الدالونستون وكلارك وسمانجتون فى مدينة ايقوسيا واستانوب ومسيو بوتير وديكانسون فى مملكة انكلترة ولكن لم ينجح فى مشروعه احد منهم نجاحا قطعيا

ومن ابتداء سنة ١٧٨٥ و ١٧٨٦ الى سنة ١٧٩٠ استعمل فى امريقة كل من مسيو ونيتك ومسيو رمسه فى الملاحة قوة البخار ومع ما ظهر منهما من التجاريب النافعة وجدا انفسهما محتقرين فى بلادهما فانتقلا الى اوروبا لكى يظهرا اختراعهما

وبعد مدة طويلة بسبب معارضة بينة لمالم بجد مسيو فلطون فى ملاحة فرانسا التجارية لا سهولة ولا فوائد محققة ورأى ان اعراضاته احيلت على اول قنصل بخصوص استعمال المراكب البخارية لاجل تكوين العمارات الصغيرة المراد عملها لاجل النزول فى مملكة انكلترة ويئس من النجاح فى اوروبا القديمة رجع الى وطنه ونوى على كونه ينقل فى امريقة الصناعة الجديدة التى ابتدعها فى مملكة فرانسا

وعضده فى هذا المقصد مسيو لانجستون الذى كان اذ ذاك ايلجى الاقاليم المجتمعة تحت حماية الحكومة الفرنساوية وكان هذا الايلجى نفسه مؤلفا لعدة تجاريب لسفر مراكب النار فى وسط البحر بقوة البخار وكان ينقل هذه القوة تارة بالطارات الافقية وتارة بالطارات ذات الاجنحة مثل طارات الطاحونة على شكل سطح الخط البريمى وشكل ارجل الوز والسلاسل التى لا نهاية لها

ولما صارت اهمية الملاحة بالبخار معلومة وتعويض قوة الرياح بوسائط ميكانيكية معلومة ايضا فى امريقة من ابتداء سنة ١٧٩٨ اعطى نويورك الى مسيو لانجستون مزايا عشرين سنة بشرط انه قبل ٢٠ من شهر مارس

سنة ١٧٩٩ يعمل مركبا تسير في الساعة اربعة فراسخ

وقد حصل مسيو لانجستون بالاستعمال الذي عمله في الآلة البخارية التي هي اكبر من آلة مسيو پوبير بخمس مرات اوستة نجاحا عظيما غير ان هذه المركب لم تبلغ درجة السرعة المطلوبة لانه كان يستعمل مع ذلك قوة قليلة جدا واما فلطون فانه زاد هذه القوة اكثر من ثلاثة اضعاف امثالها

وقد الزم فلطون الفرقة الانكليزية اعني واط وبولطون الانكليزيين عمل آلة بخارية تساوي قوتها قوة عشرين حصانا ونقلها في امريقة لكي يركبها على السفينة الاولى التي عملها نويورك سنة ١٨٠٧ وهذه الآلة ابتدأ السياحة فيها ولكي تقطع مسافة المائة والعشرين فرسخا التي تفرق نويورك من الالباني فرض اثنين وثلاثين ساعة في الذهاب وثلاثين في الاياب فقط

ونشأ عن هذه التجربة دهشة كافية في جميع العقول واجتمعت الجمعيات العظيمة من جميع الجهات لتتميم عمارة مراكب النار واستخراجها وصارا يراد بعض هذه المراكب جسيما جدا والمنافع التي استخرجتها الاقاليم المجتمعة من هذا الاختراع فاقت باقي المشروعات الخطرة

ونجاح مراكب النار في امريقة صار عما قريب معلوما في اوربا فحينئذ وجدنا استكشافا جديدا انتقل من الدنيا القديمة الى الجديدة ثم من الجديدة الى القديمة وبالعكس وفي المرة الاخيرة تأصل في الارض بواسطة المخترعين الاول

وفي سنة ١٨١٢ عملت اول مركب بخارية لاجل السياحة في جزيرة سيسليا ونجحت نجاحا عظيما في ابريطانيا الكبرى

وفي سنة ١٨١٦ لماطفت بانكلترة وجدت فيها فن الملاحة زاهيا زاهرا متسعا بالكلية فاعلمت مدير البحارة والقبائل بالحالة التي وصلت بها هذه السياحة الى مدينة ايقوسيا وهنالك تشرفت بمقابلة الشهير واط وتعلمت التجاريب التي كان يشرع فيها ابن المعلم الذي كمل الآلات البخارية وكان

شارعا فى تكميل تطبيق هذه الآلات على الملاحة
ومع ذلك صارت التجاريب كاملة فى فرانسا من ابتدا سنة ١٨١٥ ولكن كانت الطريق التى كانوا يتبعونها قبيحة والآلات التى كانوا يستعملونها غير كاملة وكانت الصعوبات والموانع المحلية كبيرة جدا فى هذه المملكة فلذا بطل سعيهم وفسدت الجمعيات فى هذا الغرض
فبهذا كانت الحكومة الفرنساوية ترى وقوع المصائب الكبيرة من الاختراعات الناشئة من غير روية ولا تبصر وترى النتائج العظيمة فى ابريطانيا الكبرى زاهية كثيرة النجاح فى امريقة التى بسبب بعدها تصدق المبالغة فى القصص المروية عنها وكذلك تصدق السياحون فيما ينقلونه عنها
وفى هذه الحالة كان مدير البحارة لا يتبع الا طريقة الادراك والتعقل فعزم على ان يرسل للاقاليم المجتمعة مهندسا ماهرا عاقلا يعرف هنالك معرفة جيدة الاشغال التى عملت قبل ذهابه فى هذا الجنس وما نتج منها وهذه هى مأموريته مسيو مارستير
وفى هذا الحال امر مدير البحرية مسيو مونتجيرى قبودان الفرقاطة ان يحضر بالمركب التى كان حكمدارها وقتئذ فى مينات امريقة وان يبحث عن وظيفة مراكب النار البحرية والجهادية
والمقصود ان مسيو مونتجيرى يطبع ملاحظاته النافعة البديعة على مراكب النار بعد عمل الكتاب الذى ابتدأ فى اظهاره بخصوص الآلات البخارية
وقد ابطل مسيو مارستير كثيرا من الاشياء الغير المحققة وقرب الى الحقيقة النتائج الغريبة التى كانت تنسب الى علم الملاحة بالبخار فى امريقة فلما انقاد للملحوظات الدقيقة وللاقيسة الصحيحة لم يجد شيأ يصدق او يعتقد وحينئذ استنتج مسيو مارستير انه اذا اريد الوقوف على الحقيقة لا بد وان يجدان الطريقة الجديدة فى الملاحة ينقص ومنها كثير من الفوائد بسبب ذلك لا يصير قبولها فى بحار اوروبا وانهارها كما فى بحار امريقة وانهرها ولو كان

ثم فائدة نسبية قليلة الاهمية برهنت عليها انكلترة

وفي وقت الاضطرارات الكبيرة تظهر المنافع الكبيرة ولم تحقق اى قاعدة كانت على الضبط والتحقيق الا باختراع مراكب النار وقد صار هذا الاختراع مفيدا كثير النفع لاول بلدة اخترعتها

وفيما بعد بمدة قليلة سلمت مدينة لوزيان بفرانسا لاقاليم امريقة المجتمعة سير احد انهر الدنيا الجديدة الكبار بتمامه وذلك عند ماترك المتبربرون المطرودون او المحكومون في باطن الاراضي عدة ولايات متسعة كان لا يمكن الدخول فيها حيث تبعوا طريقا اخرى خلاف طريق الانهر التي تتفرع بمسافات كبيرة ففي هذا الزمن ظهر مع النجاح من الملاحة من يفوق في السرعة جريان المياه ولا يحتاج لا لقوة الريح التي تصعد وتهبط من غير ان يمكن الانسان الاحتراس منها ولا لطريق الجر الغير المطروق على شواطئ الانهر المعكرة المملوءة من جميع الجهات بالغابات الصغيرة

وفي ظرف مدة قليلة بمسافة خمسة عشر سنة تكون كثير من المدن على الشواطئ التي كانت تعد فيها مع الصعوبة سكان الضيع من القرى الصغيرة واختاط بهذه المساكن المنفردة كثير من التجرى على جملة من المحلات التي ذهبت فيها المراكب لجلب التجارة التي غيرت بنفسها سيرها بالنظر الى الاهالي القديمة والجديدة الموجودين في ليون

وبطريقة ميكانيكية سهلت سكنى الولايات التي كانت خربة وتجمع فيها مال جديدة ونشأ عن طريق المشاركة هذه التي لم توجد الامن منذ خمسة عشر سنة احوال صارت مقبولة لدى رتب التعهدات الكثيرة التي حصلت في شمال امريقة وهذه هي ثمرة العلوم والصناعة بالنظر الى الجمعيات البشرية * والآن اذا سارت المركب من مصب نهر مسسبين فانه يمكنها ان تصعد على هذا النهر وعلى نهر مسوري الى نهر الحجر الاصفر بان تقطع ٢٧٠٠ فرسخ بحرية اى ٥٠٠٠ كيلومتر (١٢٦٠ فرسخ بوسطة) اعنى انها تقطع على جريان الماء الطبيعي من الاقاليم المجتمعة مسافة تفوق على طول

المائة وخمسين خليجا محفورا بايدى الناس فى ارض ابريطانيا الكبرى وفى عدة ولايات من مملكة ليون يوجد الفحم المعدنى بكثرة وفى عدة محلات تنقل المراكب التى تنقل السياحين ومحصولات الصناعة الى البلاد المجاورة للمعادن التى تؤدى لهم القوة المحركة ولعدم هذا الوقود يظهر فى شواطئ الانهر العظيمة كثير من الغابات الجسيمة التى مقدار ثمن اخشابها كما يقال ليس الا استخراجها

ولا يمكن لاور كما ذكرناه سابقا لاسيما فى جزؤها المتمدن ان يوصل لهذه الدرجة جميع السهولات وجميع الفوائد وان الملاحة بالبحار لا تحدث فى الدنيا القديمة تغيرات سريعة سليمة العاقبة كما فى الدنيا الجديدة وسبب ذلك انه يوجد عند الملل الاوروبيه كثير من طرق الانتقال التى لم توجد بامريقة ولكن لآلة الانتقال الجديدة فى كثير من الاحوال منافع مشهورة تستحق ان يبحث العالم عن استكمالها شيأ فشيأ بالعلوم النظرية المطبقة على التجربة والمهندس بالعمل المطبق على النظر

وكانت المراكب الاول التى عملها فلطون مسطحة مثل سفن الفرنساوية ذات القعر المستوى وفى سنة ١٨١٣ ابتدؤا فى كونهم يدورون نصف هذه السفن الاسفل ومن هذا الزمن كانوا يعملون جميع المراكب البخارية بان يعطوا لانحناء نصفها الاسفل مداومة كبيرة فى الطول والعرض ولكنهم يجعلونها مسطحة جدا لكى تجذب قليلا من الماء

وقال مسيو مارستير وله الحق فى ذلك انه متى كان جذب الماء غير محدد ربما صار كثير النفع من كونه يقرب من شكل الاغربة التى كانت من منذ قرون صالحة للسياحة بالمجاذيف

طول المراكب عادة من ٣٥ الى ٤٥ وفى النادر يتجاوز ٥٠ مترا

ويتغير العرض من ٥٫٤ الى ١٠ امتار

ويتغير العمق عادة من ٢ الى ٣

ويتغير

ويتغير جذب الماء من ١ر٢ الى ٢

وكانت المراكب الاول ضيقة جدا حتى انه كان لم يكن عرضها الا عشر طولها واما الآن فان لها من العرض ربع هذا الطول او خمسه ونشأ عن ازدياد العرض تنقيص الطول والعمق وجر الماء من النصف الاسفل بدون تنقيص قوة السفينة وبدون خلل في ثباتها الذي ازداد بهذه الطريقة وذلك اذا لم ينقص شحنها

وبالجملة لاجل جذب الماء في السفينة العريضة يكون للمقاطع المعترضة سطح اكبر مما يكون لها في المركب الضيقة وجزء المركب الذي يحمل ثقلا عظيما من آلة البخار والطارات بجميع لوازمها يكون كثير الحجم وبناء على ذلك يكون محمولا بثقل عظيم من الماء

وبعدم مساواة الاثقال التي تؤثر من اعلا الى اسفل وبضغطة السائل الذي يؤثر من اسفل الى اعلا تكون السفينة عرضة للفساد قليلا

وفي بعض مراكب النار المعينة لحمل البضائع تكون آلة البخار موضوعة على القنطرة وفي المراكب المعينة لنقل السياحين تكون موضوعة على الخن وتارة يكون عامود الطارات في وسط طول المركب وتارة يكون بعيدا من المؤخر اكثر من المقدم ويتغير في الغالب بين هذين الحدين

وفي المراكب المتحركة بآلات ذات الضغط البسيط يندر كون جذب البخار يفوق ثلثي الجذب اللازم لضغط الكرة البسيط اعني ان ارتفاع الزيبق في انبوبة تشترك من طرف مع بخار القازان وبالآخر مع الهواء المطلق يندر ان يرتفع اكثر من ٥٠ سنتيمترا حتى كان ضغط الكرة المتوسط ٧٦ سنتيمترا من الارتفاع البارومتريكي

واعظم ملحوظة مهمة ذكرناها سابقا هي ان الاشخاص الذين يريدون عمل المراكب البخارية على عدة انواع مختلفة بطل قصدهم في كونهم لم يتخيلوا اعظم طريقة يمكن ادراكها اكثر من كونهم يكتفون بالقوة المحركة القليلة جدا

وكان يلزم قبل كل شئ معرفة القوة اللازمة لتأدية سرعة معلومة الى مركب
معلومة ايضا وكان يلزم ايضا حساب ضياع القوة اللازم لجميع انواع الصلابة
وعلى مقتضى هذا التقويم كان يلزم تعيين قوة آلة البخار المعينة لتحريك المركب
واول من شرع فى هذه الحسابات ونجح فيها هو فلطون وابتداء من التجاريب
المعمولة فى بلاد انكلترة بالجمعية المرتبة لتكميل العمارات البحرية ولم تؤدله
هذه التجاريب بلاشك سوى تصورات تقريبية ولكن كان هذا التقريب كافيا
ليدل على اى حد يلزم السلوك فيه ومن ثم نجح فى مشروعه وتحقق منه مع
التأكيد ولم نزل نطالب هذه الحوادث حيث انها تدلنا على نجاح الاختراعات
البديعة وتبين للمصورين انه لا يكفيهم تركيب مبادى آلاتهم بالمعارف القليلة
ولا يثقون بالنتائج الحقيقية اذا كانوا لا يعرفون سيرها بالتجربة المعمولة على
موجب الحسابات

وكانوا يعتبرون ان فلطون رجل من العقلاء حيث انه اول من نجح
فى السياحة بالبخار وكانوا يمنعون هذا اللقب عن اغلب اسلافه فى هذه المادة
ومع ذلك كانوا يبذلون جهدهم فى نجاحه بالخصوص فبعضهم كان يعين
استعمال التوابيت وبعضهم يعين استعمال الآلة البخارية واظهروا انه كان
يسهل تغيير وتأثير هذه الآلة المتعاقب الى حركة الدوران كالحركة التى تناسب
التوابيت بل وانهم عمروا مراكب النار التى تشتمل على جميع هذه الوسائط
وتسير ولو مع السرعة القليلة ولم ينقص سوى ازدياد هذه السرعة زيادة
مناسبة بان نزيد القوة المحركة من غير ان نجرى الى تراكيب ميكانيكية
خلاف التراكيب المعلومة قبل والذى نعلمه ان فلطون كان مساعدا فيما
قلناه بالتجاريب وبوسائط الحساب وبعد نجاحه ضاع فضل اسلافه كله وانمحى
من عقل الاهالى وهو الذى حاز بمفرده فخر اللقب واما الآخرون فلم يذكروا
فى بعض التواريخ الا قليلا

ولما لم يمكن فلطون توسيع مناقشاته النظرية بقدر ما كان يلزم لتتميم
طريقة الملاحة بالبخار لم يحدد مع الدقة كلا من الوضع والحجم والشكل الذى

يصلح لجميع الاجزاء التي تتركب منها شوحية مركب النار واما مسيو مارستير فلم يلتفت لذلك بل ابتدأ في جمع التصورات اللازمة لهذا الوضع والحجم والشكل اللازمة للمراكب العظيمة المستعملة بين مراكب الاقاليم المجتمعة ثم استخرج من التصورات الناشئة عن التجربة بسرعة هذه المراكب والنسب الحسابية تكون قاعدة للمعمارجية الذين يريدون عمل مراكب النار بطريقة محققة

ولاشك ان القواعد الحسابية هي التي تلزم لسير المراكب وازدياد البخار على حسب ارتفاع حرارته وضياع القوة الناشئة عن احتكاكات جميع الانواع المختلفة واقول ان هذه القواعد لم تكن معروفة على وجه التحقيق بحيث يمكن الانسان تحصيل نتائج كاملة صحيحة في تقويم النتائج التي تتوقف على هذه القواعد غيرانه يوجد عدم اثبات مطابقا في المقادير الاخيرة التي يصلون اليها بل يوجد في النسب التي تترتب بين الكميات التي نريد اجراتها على موجب الحسابات العديدة

ومع ذلك اذا راجعنا مع الاهتمام التجربة فاننا نتحقق اخيرا اذا كانت القواعد الحسابية التي عملناها بالفرض تبعد او تقرب من النتائج الحقيقية المفروضة بالطبيعة وبتجاريب الفنون فاذن نحصل القواعد العملية التي لا يمكن الوصول اليها بدون القواعد النظرية تقريبا وهذه هي الطريقة التي تساعد المهندسين في اجزاء فنهم الذي لا يمكن للعلم ان يحكم فيه بتفاصيل صحيحة مؤكدة وهذا هو المسلك الذي سلكه مسيو مارستير

فكان يبحث عن المناسبات التي يمكن وجودها او يمكن ان نعتبرها بالاقل بلا ضرر مرتبة بين قوة الآلات البخارية وحجم الطارات وقواديسها وبين ابعاد المركب الاصلية

وحيث ابتدأ في هذه التجاريب التي عملها بثمانية عشر مركبا اختبر سيرها على النمط الآتي فقابل

اولا جذب البخار المعتاد ثانيا عدد دوران الطارات في كل دقيقة ثالثا

سرعة المكباس المقابلة لسرعة هذه الطارات رابعا نسبة سطح القادوس الى سطح المستطيل الذى قاعدته عرض المركب وارتفاعه مجرى الماء خامسا المسافة التى يقطعها ضلع القواديس فى كل ثانية وهذه السرعة يلزم ان تكون كبيرة بالاقل كسرعة المركب وذلك اذا لم نرد ان جزء القواديس الداخلى يضرب السائل فى جهة مخالفة لسير المركب سادسا سرعة المركب المعبر عنها بالامتار فى كل ثانية بالحسابات الرياضية وبالعقد فى كل ساعة بالنسبة لاستعمال البحارة سابعا العدد الذى به يلزم ضرب سرعة المركب المقسومة بعدد حركات المكباس المتضاعفة لكى يبلغ قطر القواديس ثامنا الضارب الذى يبين نسبة سرعة المركب مع الاعداد الآتية وهى قطر اسطوانة الآلة مضروبا فى جزر تربيع حاصل ضرب المسافة التى يقطعها المكباس وارتفاع عامود الزيبق الذى يحمله البخار وهذه النتيجة تكون مقسومة بالجزر التربيعى المتعلق بحاصل ضرب عرض المركب وجز الماء وقطر الطارات ذات الطاقات

وبالحسابات المعلومة فى قضايا الرسالة الاولى وصل مسيو مارستير الى عدة نتائج لا يعتبر معظمها الاعتبارات قريبة من القواعد الحقيقية المجهولة وهذا شرح النسب التقريبية التى وصل اليها المؤلف

اولا ان تربيع سرعة المركب اصغر من قوة الآلة المقسومة على صلابة المركب وتربيع سرعة الطاقات المتوسطة يفوق هذه الكمية التى هى حد تربيع احدى السرعتين ولتحصيل هذا الحد يلزم ان الطارات تكون غير متناهية

ثانيا ان سرعة المركب تكون بالمعنى المستقيم الجزر التربيعى لقوة الآلة وبالمعنى المنعكس الجزر التربيعى لصلابة المركب والكمية ١ × $\frac{ب}{ا}$ ويستدل على صلابة المركب بحرف ب وعلى صلابة الطاقات بحرف $\frac{؟}{ا}$

ثالثا نسبة كية $\sqrt[٣]{١ \times \frac{ب}{ا}}$ المحددة للمركب الى نسبة كية $\sqrt[٣]{١ \times \frac{ب}{ا}}$ المحددة لمركب اخرى مختلفة قليلا فى الحدود وتكون سرعة

المركب

المركب تقريبا مناسبة لجزر قوة الآلة التربيعي المقسوم على جزر تربيع صلابة المركب

رابعا تكون سرعة المركب مساوية تقريبا للحد الجبرى الثابت المضروب فى جزر الحاصل التربيعى من ارتفاع عامود الزيبق الذى يحمله البخار

ومن مربع قطر المكباس

ومن جريان المكباس

ومن العدد الذى يرتفع فى كل دقيقة

ويكون هذا الحاصل مقسوما بجزر الحاصل التربيعى من عرض المركب وبجريان الماء

وهذه النسبة الاخيرة توصل الى المقدار الذى فرضناه اولا ضارب السرعة البسيطة

وليس هذا الضارب عددا ثابتا بل انه يتغير من ٢٩٠٢ الى ٢٧٫٦٥ للمراكب التى اخذها مسيو مارستير انموذجا لحساباته التى فرضها

ومتوسط جميع الضوارب الاواحد اتركه مسيو مارستير لانه ليس بحقيقى للمركب التى يتعلق بها اقول انه يساوى ٢٣٫٤١ ومع ذلك اختار مسيو مارستير عدد ٢٢ حتى ان الامثلة التى طبق عليها هذا الضارب الاخير تظهر لنا انه كان يريد استعمال الضارب الاول

واذا طبق مسيو مارستير عدد ٢٢ على مباحث سرعة مركب البخار الامين الكسور التى عملتها الحارة الفرنساوية فانه يجد سرعة اقل من ٠٫٠٤

واذا اخذنا ٢٥٫٤١ فاننا نجد مقدار الايزيد عن ٫٢ فى كل مائة من السرعة المفروضة بالتجربة

واذا اخذنا ٢٢ مقدار المتوسط الضارب كما عمله مسيو مارستير فى رسالته فانه يكافى فى كثير من الحالات عدم تحصيل السرعة الحقيقية الافى العشر وهذا ما يحصل مثلا للمركب التى سرعتها تساوى ٣٫٣ فى كل ثانية تطلب ضاربا مساويا الى ٢٥٫٢٤ فاذن ينشأ عن ٢٢ المأخوذ

ضارباسرعة ضعيفة جدا نحو ١٥ فى المائة

واذا اخذنا ١٤ و٢٣ ضاربا فاننا نجد سرعة لاتنقص عن ٨ فى كل مائة الانادرا

واما من جهة مركبى دبلار والاقاليم الجمعة التى تفرض الضوارب اكثر من ٢٢ فينبغى لنا ان تتصر اذا كان لا يوجد فى خواص صور تباشى متجاور الحديظهر نقصان هذه الضوارب فعلى ذلك نرى فى تأليف مسيو مارستير ان لاحدى المركبين صورة كثيفة جدا وصالحة للبلا السير ومن الجائز انه يوجد للمركب الاخرى عيب مثل ذلك

ومما يجب التنبيه عليه ان الضارب الذى بحث عنه مسيو مارستير يتعلق بتقسيس الآلة البخارية وبالتعشيق القليل او الكثير المصنوع لانتقال الحركات وبتركيب السفينة وبصورة النصف الاسفل ومناسباته وعند تكميل هذه الاجزاء المختلفة يزيد ضارب السرعة حجما اذا لم يكن هنالك مانع ولكن هذا الازدياد الذى اظهره اعظم المهندسين يبين لنا تقدم هذا الفن

وبتطبيق اسيط وصل مسيو مارستير الى هذه النتيجة وهى ان سرعة السفينة التى تسير على قاطع تيار ماء مطلقا يلزم ان تكون بقدر سرعة التيار مرة ونصف لكى تكون القوة المستهلكة اعنى استهلاك الوقود قليلة على قدر الامكان ولكن مع ذلك كله تكون هذه السرعة أقل من السرعة المراد تحصيلها لعمام ما تحتاجه التجارة لاسيما لاحتياج دوران السياحين

وفى الحالة التى تصدق فيها المركب بسرعة بقدر سرعة التيار مرة ونصفا يلزم قدر الثلاث مرات من القوة المحركة ذا كانت هذه القوة تحرك على الشاطئ آلة بخارية أو بميدان الخيل اذا اقامت قطة معينة على القرار أو على الشاطئ

ومتى كان التيار مرتفعا وكانت الوقود مستهلكة على الساحل فانه يصير كثير الفائدة الصعود ذكر من شاطئ الساحل بحبل موضوع على بعض نقط من السفينة ومن ينبغى انتخاب استعمال طريق ذكره

ذات الطاقات بقوة المركب الداخلية اولا اذا كان يلزم الصعود وكان للتيار قليل من السرعة ثانيا اذا لزم النزول فى كثير من الحالات وعرفت كيفيات هذه القواعد بكثير من الميكانيكيه وقد استعملوا الطريقة الاولى فى اجتياز القناطر او فى صعود الانهر السريعة السير مع انهم اختاروا على العموم الطريقة الثانية فى نزول جريان الماء ولم تكن النتائج التى ذكرناها الا معينة فى وسط الرسالة وردت بجميع قواعد الحساب فى قاعدة من القواعد وبهذه الطريقة وضع المؤلف رسالته على قدر طاقة المطلعين الذين ليسوا متولعين بتطبيق تحليل نتيجة الآلات

وترك ايضا فى رسالته الحسابات اللازمة للبحث التقريبى عن قوة الآلات ذات الضغط البسيط والعالى وعن نتيجة آلات الدوران المستمر المستعمل فى سير مراكب النار ووجد توفيرا كبيرا من الحريق فى استعمال الآلات ذات الضغط العالى ولم يذكر الموانع التى تركتها فى بلاد اوروبا لاجل السياحة فى البحر

وبعد ما ذكرنا معظم النتائج الحسابية التى وصل اليها مسيو مارستير اتبعناه الآن فى وصفه لمراكب النار المصنوعة فى بلاد امريقة

وقد اصحب بتفاصيل العمارة والتراكيب واثبات السطوح الكامل المرسوم للمراكب مثلا المركب المسماة شانسوليير ليونجستون هى مركب ذات اربعمائة برميل متحركة بآلة تساوى قوة ستين حصانا وفلطون هى مركب مشهورة حيث انها اول سفينة لم يكن انصفها الاولى غير مسطح افقى ووازنجتون وساواناه التى تحمل ثلاثة صوارى منتصبة وهى التى عملت سياحات نويورك فى ليوربول وبطرسبورغ فكانت تسير تارة بقوة قلوعها واخرى بقوة آلاتها وكذلك مركب باراغون التى جعلها المؤلف انموذجا لمركب النار التى تحمل القلوع على صاريين منتصبين

ويرى فى بلاد امريقة وبلاد انكلترة مراكب متضاعفة النصف الاول مستعملة فى اجتياز الانهر الصغيرة والصورة المسطحة الموضوعة على النصفين

الاولين وعلى المسافة التى تفرقهما اى المسافة التى تتحرك عليها الطارات ذات الطاقات تصير هذه المراكب صالحة لاجتياز الحيول والعربانات والمواشى وبخلاف ذلك ولكن هذه المراكب سيرها قليل عما اذا كان انها نصف واحد متصل تكون سعته مساوية لسعة النصفين المنفردين ومتى كانت قريبة من مرساة الشاطئ فانها تسير اتجاه حركة الطارات فيخففون عاجلا السرعة المكتسبة التى بها المركب تنكسر على الارصفة

وفى الاقاليم المجتمعة يستعملون بعض الاوقات جر الخيل عوضا عن آلة البخار فى المركب التى يكون نصفها الاول مزدوجا وقد وصف المؤلف مشاركات الحركة التى تحتاج اليها هذه الآلة فقال اولا متى كان ميدان الخيل افقيا ثانيا متى كان منحنيا وفى هذه الحالة نأخذ منفعة عظيمة من قوة الخيل بلا شك لكننا نتعبها كثيرا وقد لاحظ مسيو مارستير والحق معه ان تقدم المراكب بجر الخيل صار معلوما فى بلاد فرانسا ويمكن ان نحقق من ذلك اذا راجعنا مجموع الآلات الثابتة المحققة باكدمية العلوم فى سنة ١٧٣٢

والجزء الرابع من الرسالة الاولى الذى هو اعظم الاجزاء المهمة كان معدا لوصف الآلات البخارية المستعملة فى مراكب امريقة

ولم يعمل الامريقيون من منذ عدة سنين القازانات التى تستعمل فى الآلات البخارية المعتادة المعرضة دائما للماء الا من نحاس ورسوب هذا الماء يلتصق قليلا بالنحاس الذى هو اكثر صلابة من الحديد بالنسبة للانشقاق وألين منه بالنسبة للطرق ومتى كانت المراكب تسافر مسافات طويلة يلزم تجديد ماء القازان فى كل يوم عدة مرات لكى تمنع الرسوب من الدخول فى القازان ويكفى فى آخر كل سفرة تنظيف المراكب التى لا تمكث مسافتها اكثر من اربع وعشرين ساعة وعدد الساعات هذا يكفى فى كونه يتكون راسبا بحيث ان عمقه يصل الى ميليمتر ونصف وحيث ان هذا الراسب صعب يابس قال المؤلف انه يمكن للانسان ان يجذب لنفسه بتصاعد الماء البحرى اثارا على بعض

حرارة صلبة مصنوعة على القواعد المفروضة وتشتمل عبارات الرسالة التى ذكرناها انفا على العبارات والتوضيحات التي ظن المؤلف انه لا يلزم ذكرها فى رسالته

واول ملحوظة كانت معدة لمراكب النار المشهورة التى رآها المؤلف فى الميناات المختلفة أو التى سافر فيها وذكر مع الاعتناء السرعات التى حسبها بنفسه اما على مقتضى مدة سفرها واما على حسب قرب الزمن الذى قطعت فيه هذه المراكب مسافة تساوى طولها

وذكر مسيو ماوستير بخصوص مراكب مملكة نويورك صورة السياحة الكبيرة الداخلية واشتغل بتكميلها الآن الامريقيون والمركب المسماة نيورك موضوعة فى خليج متسع على شاطئ جزيرة موضوعة فى وسط نهر هودسون واذا سافرنا من الالبانى او من نويورك فاننا نجد ستة واربعين سدا ترفع المراكب الى ١٢٨ مترا فوق نهر الهودسون ولما تجوب ١٨٢ كيلومترا فانها تصل الى رومة وتنزل من هنالك فى حوض تنسيه وتصعد بواسطة خمسة وعشرين سدا و بعد ذلك تدخل فى بحيرة اريه على ٢٦٢ كيلومترا من تنسيه فاذن تجد نفسها مرفوعة ١١٢.٢ مترا فوق الهودسون

وفروع الخليج المصنوعة بالانهر المطروقة يوصل الى بحيرة اونتاريو التى يفصلها الآن عن بحيرة اريه مصب نياجاره الغير المطروق للملاحين ويشتمل نهر مسيسيبي على سطح يساوى نهر فرانساست مرات وهذا النهر الذى ينقل الطين بكثرة تكون حوافيه معكرة جدا وله زيادة ونقصان بحيث لا يمكن ان يعمل على شواطئه طرق الجر

وتصعد المراكب على النهر عادة اما بقوة المجاذيف او بجر الحبال من الشاطئ على نقط معلومة فى بعض الاوقات من الطرف ومع ذلك لا تسير فى كل يوم سوى ١٤ أو ١٥ فرسخا مع كثرة البحارة واستيقاظهم فى السفر فى جهات النهر التى يكون التيار فيها قليل السرعة

وكانوا يظنون ان سرعة نهر مسيسبي مترڪبة من ثلاث عقد ونصف مع انها لم تكن غير اثنين ونصف فى الحقيقة ولذا طلبت المراكب البخارية التى تسير بسرعة لكى تصعد على النهر فهذا الخطأ ڪان مساعد التقدمات الفن ونشأ عنه مجهودات كثيرة لتحصيل احسن المراكب السيارة وفى سنة ١٨١١ اخذ فلطون مزية لم تسبق لاحد قبله مكافأة له من لويزان بالنظر للسفر على هذا النهر بمركب النار

وتفيدنا المراكب المستعملة فى امريقة عدة تغيرات مختلفة وهو ان لبعضها طارتين على الجوانب وبعضها لم يكن له سوى طارة واحدة موضوعة على المؤخر مثل المراكب التى تسير دائما على نهر السين

وقد ذكر مسيو مارستير جدول مراكب النار الاصلية التى تسافر على نهر مسيسبي وعلى الانهر التى تصب فى هذا النهر واصحب بالعبارات الموضحة اسم كل مركب عمل عليها تعليمات خصوصية

ومعرفة سرعة مراكب البخار لازمة لبيان نتائج الآلة وتتوقف على مدة السياحات وطول المسافات وقد بحث مسيو مارستير عن هذه المسافات وعن كونه يحدد مع التحقيق الاختلافات التى تبين المقادير التى عينها البحارة والجغرافيون ثم ذكر حسابات فلطون التى عملها فى تحديد نتائج قوة البخار المستعملة فى السياحة

والثلاث رسالات المشهورة التى تكلمنا عليها سابقا تبين المناقشات الضرورية لحساب شغل عدة انواع من الآلات البخارية المستعملة على شواطئ المراكب

والعبارة التاسعة الاخيرة تدل على وصف عدة طرائق مختلفة اخترعها الامريقيون او عملوها فى تعريض المجاز يف ببعض وسائط أخر ميكانيكية

وقد ذكرت فى لوحة ١٤ المسقط الرأسى شكل ١ والمسقط الافقى شكل ٢ لمركب النار ويرى ان الطارة ذات الطاقات موضوعة على جانب

السفينة والآلة البخارية والقازان موضوعان على احدى حيطان المركب وآلة مثل هذه الآلة موضوعة في الطرف الآخر مع الانتظام

وبقي علينا ان نذكر بعض ملحوظات على قياس الشغل في استعمال القوى المحركة لاسيما القياس المستعمل في الآلات البخارية ونستخرج هذه الملحوظات من تقرير عرضته لاكدمية العلوم

ولكي تحرك آلة وتحدث منها نتيجة ميكانيكية نستعمل متحركات روحانية من الناس والخيول والاثوار اوغير روحانية كقوة الماء وقوة الريح والبخار المائي وهلم جرا

وتختلف هذه القوى في السرعة والشدة وتحرك بطريقة غير محددة او مستمرة وكلها تكون متشابهة في نتائجها بل ويمكن لنا اخذ اي قوة من هذه القوى حد التشبيه بالنسبة لجميع القوى الاخر

وقد اخذ المصورون حد التشبيه ووحدة للقياس الثقل الذي يمكن للحصان رفعه في كل يوم من ايام الشغل او في بعض ايام الشغل اذا كانت قوة الجذب الافقية محركة بلا ائتلاف بين من القوة الرأسية وهذه هي كيفية ادخال هذا الاستعمال في الآلات

واغلب آلات الجر كانت تحرك بالخيل وقت ما عوضنا هذه الحيوانات بقوة البخار وكل صانع اراد استعمال آلاته على قدر الامكان من غير ان يغير شيأ سوى مجر الخيل لزمه ان يطلب آلة بخارية يمكنها ان تعمل شغل ٢ و ٣ و ٤ من الخيول او اكثر من ذلك ومن هنا ظهر الاستعمال الذي استعمله المعمارجية في آلات البخار وعينوه بعدد الخيول التي تدل هذه الآلات على شغلها في زمن معلوم

وتتغير القوة مثل سرعة الخيول تغيرا عجيبا على حسب الهيئة والثقل والتركيب والمسافة وعلى حسب الجنس الذي ينتسب اليه كل واحد من هذه الحيوانات ويمكن ان يكون هذا الاختلاف من واحد الى ثلاثة بالاقل اما لاجل معظم الاثقال المحمولة أو المجرورة واما لاجل سرعة السير أو الجريان بين الخيول

المتعاصرة فى العمر المختلفة الدرية
ولنزد على ذلك انه متى كانت الاهتمامات متكاثرة قليلا اوكثيرا فان الاختيار وكمية المؤنة يكونان اسبابا اخر للاختلاف الذى تراه فى كمية النتيجة التى يمكن للحصان احداثها فى السرعة المتوسطة التى يأخذها وقت الشغل فى زمن معلوم
واول نتيجة تستخرج من هذه الاختلافات الكبيرة بين جميع كميات الحركة كما هى بين جميع السرعات هى النتيجة التى تستعمل قليلا وحدة للقياس ويمكن للحصان تأديتها
وبالجملة متى لم يستول الصدق على الشروط فى المصالح بين معمارجية الآلات والخواص فان صناعية الآلات يحضرون الآلات التى يريدون بيعها على سبيل ان لها قوة تساوى بالاقل قوة اعظم المعمارجية ومعينة ايضا بعدد الخيول ولكن لما استخرجوا هذه الآلات اكتفوا فى كونهم يثبتون انها تحدث شغلا يوميا مساويا الى شغل خيول الجنس المتوسط وطريقة غش مثل هذه الطريقة مستعملة اكثر من مرة ينشأ عنها الدعاوى وفى كثير من الحالات لم يمكن الحاكم ان تتجاسر على كونها تسلم للصانع التقصير فى عهدته وان كان لا يفى الصانع بالوعد الذى وعد به وقبله المشترى حتى ان وجود هذه المضرات الكبيرة استوجب عناد اغلب اعضاء اكدمية العلوم
وعلى مقتضى التجاريب التى شرع فيها مسيو برون لكى يقيس مع الضبط قوة آلات البخار عمل القضية الواضحة وحدة القياس الذى ارتضته اكدمية العلوم للحكومة ودعت سابقا جماعة من الوكلاء ليتفكروا فى قياس الصحة الذى يستدعيه استعمال آلات البخار ذات الضغط العالى واعضاء هذه الجمعية مسيو لابلاس وبرون وجيرار ومسيو امبير وكراوس دوپان (مؤلف هذا الكتاب) اظهر ضرورة ترتيب قياس من هذا الجنس وهذا التقرير ذكر فى صحيفة ٤٢٧ من هذا المجلد
وفى هذا الزمن عرض حاكم نهر السين للحكومة رسالة يذكر فيها لزوم تعيين

احاد القياس قوة الآلات البخارية

ومن التفاصيل التي استعملناها انفا يظهر ان وحدة القياس هذه تكون في الحقيقة احدى الاقيسة التي يلزم الحكومة اقرارها لاجل الامر في الصناعة والتجارة على موجب اصول الحكومة

ومع ذلك فقد تعرض بعض الناس لترتيب وحدة القياس هذه فحينئذ يجب علينا البحث عن ذلك وزعموا اولا ان هذه الوحدة لم تكن لازمة بالكلية ويكفي في كل حالة ان نبين بالاقيسة المترية الثقل الذي يمكن لقوة الآلة المحركة رفعه في زمن معلوم ولا شك ان مثل هذه العبارة يكفي للمهندس لكن لم يكن لها الخواص التي تصيرها نافعة في الفنون بل انها صعبة على ارباب الصنائع اكثر من عدد الامتار المكعبة المدلول عليه بعدة ارقام حاصل ضربها في زمن معلوم يدل على قوة الآلة ومناسبات التقويمات العديدة المختلفة من هذا الجنس واما بالنظر الى الاقيسة التي لا تستدعي تركيبا فان الانسان لا يتوقف ادنى توقف في اختراع تسمية مخصوصة مثل المتر المكعب المسمى بالاستير والديسيمتر المكعب المسمى باللتر وانه مع المعارضة التي عملت في شأن وحدة قياس القوى المحركة كان يجب علينا عدم تسمية وحدة قياس الاثقال وكان يكتفي في تعويض ثقل سنتيمتر مكعب من الماء بالغرام وثقل الديسيمتر المكعب بالكيلوغرام بشرط ان يضاف عليه الثقل الخاص ومن السهل ان نرى انه اذا كان هذا العدد يبين كمية من الكيلوغرامات ومن الديسيمترات المكعبة من الماء يمكن بيانه بالكيلوغرام الذي يبين لنا معرفة الثقل الواضح لاستعمال المعيشة والفنون اكثر من معرفة ثقل بعض السوائل المشتملة في بعض الاحجار على بعض حرارات وهذه القاعدة يمكن تطبيقها على ثقل يمكن ارتفاعه الى اي ارتفاع في زمن معلوم وهاك ثلاثة اشياء مختلفة الجرم والمسافة المقطوعة والزمن المعلوم فاذن حيث ظهر موافقة اختراع تسمية خاصة للثقل البسيط فمن باب اولى نعطي اسما مخصوصا للوحدة قياس الشغل المركبة من ثقل مرفوع الى ارتفاع ما في زمن مفروض واي عدد من آحاد هذا الجنس يصير معبرا عنه

بنفس هذه الارقام مادام مقدار الشغل واحدا ولو تغير ثقل السرعة
وسنبين انه هل يجب علينا ان نذكر فى تحديد وحدة قياس الشغل مدة اليوم كله
او بعضا منه فقط كثانية مثلا فنقول قد رأينا سابقا ان بعض ارباب الفنون
الماهرين وصلوا الى ذلك بعدة اعتبارات صعبة
ولا شك اننا اذا نسبنا شغل الآلات فى الثانية المأخوذة وحدة القياس فنحصل
على سهولة عظيمة فى مقابلة الحسابات التى ندخل فيها بالاعتبار سرعة المحركات
لاسيما اذا لاحظنا ان السرعة اللازمة للنقل تقاس عادة بالمسافة التى يقطعها
الجسم الثقيل فى مدة ثانية ولكن يلزم ان هذه المسافة والسرعة التى بينها لم يعبر
عنهما بعدد مستدير بالاقيسة المترية وزيادة على ذلك تتغير هذه السرعة
فى المحلات البعيدة عن مركز الارض وبناء على ذلك لم تصل الى معظم الفائدة
التى نريد تحصيلها وكذلك لا يصير استعمال السرعة اللازمة للنقل الا بالناس
اصحاب المعارف الكافية فى الحساب لكى يعملوا العمليات الضرورية للسرعة
المفروضة فى ظرف يوم بالنسبة الى السرعة التى تعمل فى مدة ثانية ومن هنا
يظهر لنا صعوبة اخرى وهى ان قسمة الزمن القديمة التى قدر يومها اربع
وعشرون ساعة وساعتها ستون دقيقة والدقيقة ستون ثانية وهلم جرا هى التى
سلكها عادة الناس فى استعمال المعيشة والجمعيات واما قسمة النهار الى عشر
ساعات والساعة الى مائة دقيقة والدقيقة الى مائة ثانية فهى القسمة التى
سلكها مورخو الطريقة الجديدة فى الاقيسة وهذا التقسيم الدال على
فوائد عظيمة من حسابات علم الهيئة يجبرنا على عدم اخذ الثانية وحدة لقياس
الزمن فى تحديد احاد القوى المترية
ويجبر هذا الخلل اذا اخذنا وحدة الزمن مدة النهار الفلكى وهذه المدة يمكن
تقسيمها فيما بعد الى اقسام جزئية على مقتضى الساعة والدقيقة والثانية وهذا
التقسيم يظن انه احسن بالنظر لغية الحسابات العلمية
واذا انتخبنا لوحدة قياس القوى المحركة الوحدة التى يمكن الوصول اليها
فى مسافة يوم الى آخر بمحركات روحانية اوغير روحانية فاننا لا نتبع الا المثال

الذى

الذى ذكره الصنائعية المشهورون الماهرون

فلذا ان مسيو واط لكى يقيس قوة آلاته البخارية هو اول من اختار وحدة القوة التى يحدثها الحصان فى اربع وعشرين ساعة بدون ان يقف او يتعطل بمجرد ما تنقص قوته اليومية

ثم ان العالم كولومبو الذى تنتسب اليه المباحث العلمية فى شأن القوة المحركة التى يحدثها الانسان والحيوانات قد اشتغل فى المناقشات العلمية لاسيما فى حساب القوة اليومية التى تحدثها المحركات الروحانية بان توصلها الى ارتفاع بعض اثقال على ارتفاع معلوم

وظهر اعتراض طبيعى فى معنى مخالف لهذه التنبيهات الاولية وهو ان اشغال الانسان والحيوانات لا تكون الا بعض ساعات من النهار على مقتضى ما ذكر ومتى قومنا الشغل مدة اربع وعشرين ساعة فلا يمكنا مقابلة السرعة التى تنشأ عنه بشغل الذوات الروحانية المنقطع فى بعض الاوقات ولا بشغل الآلات التى لم يكن استعمالها على الدوام وهاك الجواب عن هذا الاعتراض وهو اننا اذا استعملنا الآلات الثمينة فى الاشغال التى تستدعى مبالغ جسيمة فان الصنائعية يجدون منفعة عظيمة فى تشغيل آلاتهم على الدوام وللآلات البخارية يجدون ايضا ربحا خاصا دائما وذلك انهم لا يحتاجون الى تجديد كمية من حرارة كل يوم قبل الشروع فى التشغيل ولم يفقدوا الوقت الذى ينقضى بين حضور الشغالة وشغل الآلة ولما كان تقدم الصناعة الطبيعى عند امة من الامم هو كناية عن استعمال الآلات الكاملة شيأ فشيأ واستخراج الفوائد من المبالغ المتزايدة على الدوام حكم المرغوب فينتج من ذلك ان الفبريقات تتسع دائرتها فى الشغل بعض ساعات زائدة فى كل يوم وتنتهى بشغل مستمر ويمكن لنا ذكر كثير من الصنائع التى يكون فيها الشغل مستمرا فى فرانسا ويزيد هذا الشغل بكثير فى ابريطانيا الكبرى عن فرانسا ويزداد هذا العدد فى فرانسا كلما تقدمت الصناعة

فعلى ذلك وحدة القياس المعينة فى اليوم الكامل هى التى تقرب منها جميع

الاشغال بلا انقطاع

ولذا لاحظ انه يسهل تحديد اشغال الانسان والحيوانات وحصره فى مدة من النهار فان شغل الخيل مثلا اذا اشغلناها فى الجر يبلغ عادة ثمانى ساعات اعنى ثلث النهار

واذا نشأ عن ثلاث جرات من الخيول القوية فى اربع وعشرين ساعة الشغل المستمر الذى يحدثه الحصان المنتظم الشغال دائما فاننا نجد القوة اليومية تساوى بالاقل ٦٠٠٠ متر مكعبة من الماء مرفوعة الى متر فاذا اخذنا لوحدة القياس ١٠ امتار مكعبة مرفوعة الى ١٠ امتار فينشأ عن ذلك ان وحدة قوة الحصان القديمة على حسب رأى الصنائعية الفرنساوية يلزم ان تكون ٦٠ وكذلك اذا اردنا آلة بخارية تعمل شغل ستة عشر حصانا ويلزم ان نذكر الآلة التى تكون قوتها ٩٦٠ احادا وظهر لنا ان نأخذ للوحدة الديناميكية الثقل المساوى ١٠٠٠ متر مكعبة من الماء المماثل مرفوعة الى متر واحد مدة اليوم الفلكى اواذا اردت مترا مكعبا من الماء المماثل مرفوعا الى كيلومتر واحد وهذا المتر المكعب يكون وحدة قياس الثقل المستعمل فى التجارة باسم البرميل

ونسمى الدينام وحدة قياس القوة المحركة التى تدل على ١٠٠٠ متر مكعب من الماء المقطر المحول الى اعظم كثافته او ١٠٠٠ برميل من البحر مرفوعة الى متر مدة يوم فلكى

واذا حسبنا الزمن على حسب قسمة الاعشار فان الدينام اى كمية القوى المنصرفة مع الانتظام فى اليوم تعطى ١٠٠٠ متر مكعبة مرفوعة الى متر لشغل اليوم كله وواحد متر مكعب مرفوع الى متر للشغل الحاصل مدة الدقيقة و١٠ كيلوغرامات مرفوعة الى متر للشغل الحاصل فى كل ثانية واذا حسبنا الزمن على حسب القسمة القديمة فاننا نجد الشغل الحاصل

كيلوغرام .

فى الثانية ٨٦،٤٠٠ جزء من الدينام او ١١،٥٧٤ مرفوعة

الى متر

الى متر فى كل ثانية

وفى الحسابات التقريبية التى تتعلق بالصناعة يمكن الاكتفاء بكوننا نستدل
كيلوغرام
على شغل الدينام فى كل يوم بعدد ٦و١٢ مرفوعة الى متر فى كل ثانية عادية ويصير هذا العدد صحيحا فى نحو جزء من ألفين تقريبا وهذا التقريب اكبر من التقريب الذى يمكن تحصيله فى الآلات المصنوعة مع الضبط والدقة

وتظهر لنا التقريبات التى سنتكلم عليها انه ينشأ لنا عن وحدة قياس الشغل اليومى الذى سنتكلم عليه أيضا مع غاية السهولة بيان شغل الناس والخيول

وعلى مقتضى تجاريب كولومبو يمكن أن يكون شغل الانسان ذى القوة المعتادة مقوما الى ٥٠ برميلا مرفوعة الى متر وهو الجزء العشرون من الوحدة أو الدينام وبناء على ذلك متى صار لاى آلة محركة قوة دينام فانها تشتغل شغل عشرين رجلا فى رفع الاثقال

ثم ان اثنى عشر قسما من التجاريب المعروضة على ديوان انكلترة فى شأن شغل المسجونين المستعملين فى تدوير طارات السير قد أباحت لبعض الفرنساوية تقويم كمية متوسطة من شغل الناس المتقادين لهذا الجنس من الاشغال وقدرها ٢٠٠ برميل مرفوعة الى متر واحد وهو الجزء الخامس من الدينام وبناء على ذلك نقول انه متى كان لآلة قوة دينام فانها تساوى شغل خمسة رجال مستعملين فى رفع الاثقال على محيط طارات السير

وعلى حسب التجاريب التى ذكرها مسيو بروبا تحدث الشغالة المطلقة الذين يسيرون فى النواعير كمية عمل يومية نحو ٢٥٠ برميلا مرفوعة الى متر فعلى ذلك تساوى قوة الدينام قوة اربعة شغالة مطلقة مستعملة فى النواعير

واذا طبقنا هذه التجاريب التقريبة على طريقتين من استعمال القوة البشرية

فاننا نجد ان الآلة المحركة التى لها قوة دينام تحدث شغلا يوميا مثل ١٤
رجلا يشتغلون فى الشاهردانات لدق الاوتاد وشغل ٨ رجال يشتغلون
فى الملفات

ويصير لهذه التقريبات المعروضة على الصنايعية المشهورين فائدة كبيرة جدا
و يلزمونها باعظم اهتمام يوجد فى مقابلة استعمال عدة طرايق مختلفة فى قوة
الناس واعظم اختلاف يمكن تحصيله من النتائج على حسب الاختيار الذى
يعطى لهذه الطرايق العديدة المتنوعة ومتى علموا بهذا الحادثة فانهم يبحثون
فى جميع الاحوال عن كونهم يقربون من الطريق المفيدة جدا وباستعمال
هذه الطرايق مع عدد واحد من الرجال يمكن لهذه التقريبات احداث كمية
عظيمة من الشغل النافع وتنبيهات عظيمة واعتبارات متشابهة تنطبق على
استعمال فعل الحيوانات

ولنقابل الآن شغل الخيل بالوحدة الديناميكية كما ذكرناه فنقول ان
الحصان صاحب القوة المعتادة يشتغل فى الجر ٦٠ كيلوغراما بان يقطع
متر
٢٠ر١ فى كل ثانية ويداوم على هذا الشغل ثمانى ساعات فى كل يوم فعلى ذلك
نجد ان كمية شغله اليومى تساوى شغل ٢٠٩٣٦٠٠ كيلوغرام مرفوعة
الى متر وبالجملة يساوى $\frac{1}{28}$ تقريبا من القوة المحركة المساوية لدينامين وفى
فرانسا تأخذ معمارجية الآلات وحدة للقياس مثلثة لشغل المدة المثلثة
ويفرضون ان الحصان يجر ١٤٠ رطلا مع سرعة ٢٠٠ قدم
فى الدقيقة الواحدة ويقولون ان هذا الحصان يشتغل اربعا وعشرين ساعة
فاذن نجد كمية الشغل الجارى ٥٩٨٤ برميلا مرفوعة الى متر وهو كما نراه
أقل من $\frac{1}{2}$ فى كل مائة تقريبا من ٦ دينامات وبالجملة اذا أخذنا وحدة
القياس التى أخذها عدة من الصنايعية الفرنساوية فى تقويم قوة الاتهم
البخارية فيلزمنا ان نقول اننا اذا جعلنا عدد الدينام الذى يدل على قوة الآلة
ستة فيتحصل معنا عدد الخيول مساويا بالشغل هذه الآلة اليومى المستمر

وكذا

وكذلك اذا أراد احد الصنايعية عمارة آلة بخارية لها قوة مستمرة تساوي قوة عدد من الخيول فينبغي له أن يضرب ٦ عدد الخيل فينتج معه عدد الدينام الذي يدل على قوة الآلة

قد اخذ جام واط وحدة اولى للقياس اكبر من الوحدات التي أخذتها الصنايعية الفرنساوية وهذه الوحدات تحدث شغل الحصان اليومي المستمر ٦٣٦٠ برميلا مرفوعة الى متر وبالجملة فقوة الحصان اليومية المستمرة المأخوذة وحدة لقياس آلات واط تكون ٦ دينامات و يقطع النظر عن بعض كسور تبلغ في كل ألف ثلاثة وبالجملة تكون أقل من الاختلافات التي لا يمكن اجتنابها في الآلات المصنوعة مع الضبط ونظن ان من المفيد ان نفرض للصناعة والتجارة القوة المأذون بها من طرف الحكومة التي يحدثها الحصان المفروض انه يشتغل أربعا وعشرين ساعة مع بذل جميع قوته فمقدار الدينامات هو السهل في ذلك القريب من التقويمات الفرنساوية

ثم أخذ واط وحدة أخرى مساوية الى ٧٣٠٠ متر مكعب مرفوعة الى متر وهي اكبر من الوحدات السوابق بدينام واحد

وعلى حسب التفاصيل التي ذكرناها نرى ان انواع الشغل الاصلية يعبر عنها مع غاية البساطة بالوحدات الجديدة المترية التي سنذكرها وهي اننا اذا أردنا قياس القوى المحركة القليلة الاعتبار فانه يسهل استعمال الوحدة مترا مكعبا مرفوعا الى متر فحينئذ نستعمل وحدات أقل من الاولى بالف مرة وبذلك يمكن ان نسميه بتحت الدينام والاولى مليدينام وينشأ عن استعمال القياسين المتشابهين في المنافع التي تحصل من استعمال البرميل في الاقيسة الكبيرة التي تتعلق بالبحرية وبالكيلوغرام الذي هو الف جزء من الدينام في الموازين المعتادة

ولنتم هذا المجلد بجدول المدن الداخلة التي جعل لها تحت الحكومة دروسا في الهندسة والميكانيكة المستعملة في الفنون وبعض المعلمين الى الآن لم تذكر

اسماؤهم وقد تهيأ كثير من باقي المدن للاقتداء بتلك المدن

جدول يتضمن اسماء الاقاليم والمدن والخروجات

اسما

الاقاليم	المدن	الخروجات
آين	بورغ ناتيوا	بلوكس
اسن	سنكانان	هري جنسون
البا (العالية)	فان	شرحه
اردانه	مازيير سيدان	شرحه
بوشروم	اكس	دوماتل
كانتال	اوريلاك	وندلانغ
شارانته	انجوليم	لسكاليه ابن
سواحل الذهب	ديجو	كيران
دروم	والانسه	باني
أور	أوركس	لوسك
غارد	لوبرس	شرحه
	نيسه	شرحه
هرانذى	موتبليه لوبل	بروس البكردوك كوش
غارون العليا	طولوز	وترى
ميله وويلان	بين	لوغراند
اندرو ولوار	تورس	شرحه
جورا	سولانس	بورجوا
لوار	سنت اتيين	بلاويه

لواريت

تابع ماقبله

اسيا

الاقاليم	المدن	الخوجات
لواريت	أورليانس	لاكاو
يانش	سن لو	شرحه
موزيل	متز	بوسوليت
	شرحه	برجرى
	شرحه	لوان
تيورا	تورس	بوكامونت
	شرحه	مور ينا
نورد	دونيه	شوفوكس
واز	لانفكورث	شرحه
پاس كاليس	اراس	شرحه
بيدوم	كلرمون فرنلند	دار بيه
يان	استراس بورغ	فنك
وان	كالمار	لوليت
	مولهنسن	مانبورغ
بون	ليون	برووست
السين	باريس	شارل دوبان
	شرحه	دوبرنضان
	شرحه	ديدين
	شرحه	تنبرغ
	شرحه	يونوروه
السين الاسفل	ألبوف	يونوروه
السين وأنارن	ورساى	لاكروا

تابع ماقبله

اسما

الاقاليم	المدن	الملونيات
سوم	اميان	شرحه
تارن	ألبى	خوجة المدارس الصغيرة
تارن وجارون	سوتانبان	يرجيس
وانشير	أونيون	بارت
وينة	بواتيرس	صيت
وينه العليا	لموغ	لاسمون
يون	وتنير	جوريه

وقد تم تعريبه * وتنقيحه وتهذيبه * بمعرفة كاشف نقابه * ورافع حجابه ومذلل صعابه * الفقير الفانى * محمد افندى الشهير بالحلوانى * بمساعدة مصححه راجى عفو البارى * محمد اسماعيل الفرغلى الانصارى * بلغهم الله آمالهم وختم بالصالحات اعمالهم * وجميع المسلمين * آمين *

وكان تمام طبعه بدار الطباعة العامرة * الكائنة ببولاق مصر القاهرة * فى مدة ولاية عزيز الديار المصريه * وكوكب افق الصدارة العثمانية * حضرة الوزير الاعظم * والدستور المكرم * الحاج عباس حلمى باشا * بلغه الله من خيرى الدارين مايشاء وماشا * وكان اجراء طبعه تحت نظارة الواثق بعناية ربه المعيد المبدى * ناظرها صاحب الحمية على جودة افندى * وذلك فى العشر الاواخر من صفر الخير سنة ثمان وستين ومائتين بعد الالف * من هجرة من خلقه الله على اكمل وصف * صلى الله وسلم عليه * وعلى آله واصحابه ومن انتمى اليه

